

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E PESQUISA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM  
TELECOMUNICAÇÕES

EDSON NASCIMENTO FERREIRA  
WEMERSON AZEVEDO CHAVES

**SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS DE  
PADRÃO EXTERNO RESIDENCIAL URBANO COM RAMAL DE  
ENTRADA SUBTERRÂNEO**

CARATINGA, 2009

# **SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS DE PADRÃO EXTERNO RESIDENCIAL URBANO COM RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia como requisito parcial para detenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica orientada pela professora Msc. Fabrícia Pires Souza Tiola.

CARATINGA, 2009

# TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Objetivo: Elaborar um sistema para automação de projetos elétricos de padrão externo residencial urbano com ramal de entrada subterrâneo.

Instituto Doctum de Educação e Pesquisa

BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA – HABILITAÇÃO EM  
TELECOMUNICAÇÕES

Data da aprovação: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

Prof. Reginaldo Eustáquio \_\_\_\_\_  
Especialista em ensino de física

Prof. Hudson Matos: \_\_\_\_\_  
Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica

Msc. Fabrícia Pires Tiola: \_\_\_\_\_  
Mestre em Engenharia de Software

CARATINGA, 2009

## DEDICATORIA

Dedico esse trabalho a minha esposa Eliane Lopes e meu filho Enzo Felipe, as pessoas mais importantes da minha vida.

Edson

Dedico esse trabalho aos meus pais e irmãos que são hoje e sempre serão, meu porto seguro.

Wemerson

## AGRADECIMENTO

Agradeço à minha esposa pela paciência e dedicação. Ao meu filho pelo sorriso que não me permitia desistir. Aos meus irmãos pela compreensão.

Aos colegas Alan, Magnum, Amarildo, Reinilson e Wemerson pela parceria.  
À Alda, minha mãe, *in memoriam*, pelo amor.

Edson

Agradeço primeiramente à Deus, aos meus pais que me apoiaram na minha decisão de retorno aos estudos. Aos meus irmãos pela paciência e compreensão de minhas ausências que foram imprescindíveis para conclusão do curso.

E ainda aos meus amigos conquistados ao longo do curso e em especial ao meu parceiro de projeto Edson, pela força e dedicação desempenhada para o nosso sucesso.

Wemerson

Em especial a nossa orientadora Fabrícia Pires Tiola pela imensa presteza em nos nortear em nossa busca de um trabalho impar.

## RESUMO

Desde os mais remotos tempos o homem dedica tempo e sua inteligência em busca de meios que o permita realizar tarefas com o mínimo esforço possível. Essa eterna busca, a cada dia, se torna mais dinâmica e importante, a medida que o homem se propõe a realizar cada vez mais tarefas em menos tempo. A busca em função de uma maior produtividade pode levar a realização de trabalhos com uma considerável margem de erro, crescendo proporcionalmente a quantidade de realização num mesmo período de tempo.

Nos tempos atuais essa busca por produtividade com excelência de qualidade, ou seja, sem erros se tornou uma exigência por partes dos profissionais e têm se mostrado ponto primordial na carreira. Para conseguir essa produtividade todos os profissionais têm lançado mão de ferramentas que o permita automatizar seus processos. Uma enorme preocupação é automatizar garantindo qualidade do produto final.

Visualizando esta preocupação e a busca de produtividade, qualidade e segurança na criação de projetos elétricos de padrão externo residencial com ramal de entrada subterrâneo, esse trabalho apresenta a construção de um software em linguagem Visual C#, uma plataforma de desenvolvimento da Microsoft, que permite a criação desse tipo de projeto através de entradas simples de informações em formulários pré-definidos. Não tendo o profissional projetista que se preocupar com detalhes de como construir um projeto elétrico de padrão externo residencial com ramal subterrâneo, fica ele direcionado para outras tarefas.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de tipo de ligações (Manual de instalações Elétricas Residenciais – CEMIG) .....	21
Tabela 2 – Tabela de iluminação (Manual de instalações Elétricas Residenciais – CEMIG) .....	21
Tabela 3 – Tabela de Tomadas (Segundo Manual de Instalações Elétricas Residenciais – CEMIG).....	22
Tabela 4 – Tabela de Dimensionamento dos ramais ligações e da medição.....	23
Tabela 5 – Tabela de Dimensionamento para unidades consumidoras urbanas / rurais – ligações a 2 e 3 fios.....	25
Tabela 6 – Tabela de Conjunto de tabelas utilizadas no sistema.....	28
Tabela 7 – Tabela de Comandos do Menu principal .....	35
Tabela 8 – Tabela de classificação de potência consumidora (Watts) referente à potência do condicionador de ar .....	43
Tabela 9 – Tabela dimensões dos cômodos de um dos apartamentos demonstrados.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

.Net – Dot Net

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AMN – Associação Mercosul de Normalização

C# – C Sharp

CEMIG – Companhia Energética do Estado de Minas Gerais

CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

COPANT – Comissão Panamericana de Normas Técnicas

ISO - Organização Internacional para Padronização

MYSQL - Structured Query Language

NBR – Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas

NR – Normas Reguladoras

ONS – Organismos de Normalização Setorial

PC – Computador pessoal

PDC – Professional Developers Conference

PDF – Portable Document Format

PEPE – Projeto Elétrico de Padrão Externos

QDC – Quadro de distribuição de circuitos

SMC – Simple Managed C

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela de abertura do sistema para acesso do usuário .....	34
Figura 2 – Tela inicial do Sistema para acesso ao menu do sistema.....	35
Figura 3 – Barra de Menu para acesso às opções disponíveis no software .....	35
Figura 4 – Tela de elaboração do projeto .....	36
Figura 5 – Tela inicialização do projeto, com descrição para identificar a unidade, podendo ser casa ou apartamento .....	37
Figura 6 – Tela de alteração da descrição da unidade .....	37
Figura 7 – Tela alteração da posição da unidade .....	37
Figura 8 – Tela de inicialização do projeto, acesso a criação dos cômodos da unidade.....	38
Figura 9 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação .....	38
Figura 10 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, validando área informada .....	39
Figura 11 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, validando perímetro informado.....	39
Figura 12 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando unidades .....	40
Figura 13 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando cômodos.....	41
Figura 14 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando distribuições .....	41
Figura 15 – Imagens de tomadas específicas .....	42
Figura 16 – Tela de abertura do sistema para acesso do usuário.....	46
Figura 17 – Barra de Menu Arquivo, de acesso às opções disponíveis no sistema.	46
Figura 18 – Tela de visualização das unidades informadas no sistema, com seus respectivos cômodos .....	47
Figura 19 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a sala .....	48
Figura 20 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação	

previsto para a varanda.....	48
Figura 21 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a copa.....	48
Figura 22 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a cozinha.....	49
Figura 23 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o corredor.....	49
Figura 24 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o primeiro quarto.....	49
Figura 25 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o segundo quarto.....	50
Figura 26 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o primeiro banheiro.....	50
Figura 27 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o segundo banheiro.....	50
Figura 28 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o condomínio.....	51
Figura 29 – Tela do Menu do Arquivo, mostrando a opção de geração do projeto	51
Figura 30 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Quadro de Cargas.....	52
Figura 31 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Cálculo de Demanda.....	52
Figura 32 – Figura do documento gerado pelo sistema referente à Caixa de Medição.....	53
Figura 33 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Diagrama Unifilar Geral.....	53
Figura 34 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Diagrama Unifilar de um apartamento.....	54
Figura 35 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Detalhe das Caixas.....	54
Figura 36 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Detalhe do Ramal Subterrâneo.....	55
Figura 37 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Corte Esquemático – Prumada.....	56

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
1.1 - PROJETOS ELÉTRICOS .....	15
1.2 - NORMAS TÉCNICAS .....	19
1.3 - CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA LOCAL .....	20
1.4 - AUTOMAÇÃO .....	24
1.5 - VISUAL C# .....	25
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA .....	27
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DE RESULTADOS .....	34
3.1. – EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA .....	45
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO .....	57
REFERÊNCIAS .....	58

## INTRODUÇÃO

A cada dia, o homem vem criando recursos para facilitar sua vida. Há muitos e muitos anos, o homem se deparou com um grande problema, como locomover um objeto muito pesado de um lado para outro, sendo que mesmo juntando várias pessoas não era possível nem mesmo movê-lo por centímetros. Para a solução deste problema ele criou a roda, um dos maiores, ou diria o maior invento que proporcionou ao homem milhares de funcionalidades. Assim, usufruindo de suas capacidades intelectuais, a cada dia são criadas invenções e novas formas de se otimizar processos e realizar as tarefas.

Em muitas empresas nos dias de hoje, são feitas buscas por melhorias e agilidades nos processos, sejam eles os burocráticos ou mesmo para se ganhar tempo para entrega de um trabalho. Esta busca por melhorias na execução de tarefas pode ser entendida como uma automação de processo, para ganho de tempo e sem perder a qualidade do processo desenvolvido.

Para um engenheiro eletricista, um dos processos mais comuns que se é desenvolvido é a criação de projetos elétricos. Um projeto elétrico é o projeto que se é desenvolvido para antever uma instalação elétrica de uma edificação. Sendo possível assim ver quais são as necessidades do proprietário da edificação, o que será instalado, o que terá que usar na construção, quais serão os circuitos, eletrodutos, fios, disjuntores, cargas demandadas, cargas instaladas, etc...

A criação deste tipo de trabalho requer muito conhecimento e pesquisa para sua conclusão, pois se tem várias regras que devem ser seguidas para que o mesmo seja aceito e aprovado na concessionária vigente na localidade da edificação.

Sendo assim, são regulamentadas diversas especificações para criação do mesmo, tal como a iluminação ideal para um tipo de ambiente, quantidade mínima de tomadas em determinado tipo de ambiente, tendo em vista sua área e perímetro, respectivamente, e mais condições que são passadas como parâmetros que norteiam os engenheiros para que o projeto seja concebido com resultado de bastante qualidade e economia.

Entendendo que neste processo são exigidas várias implementações de parâmetros, foi percebida a necessidade e a possibilidade de automatizar estes

processos, com a criação de um software que seja capaz de receber as informações e especificidades dos equipamentos que serão usados na edificação e tratar estas informações conforme as normas de exigências da ABNT NBR 5410, e também conforme as normas da concessionária vigente na localidade.

Para isso são consultadas manualmente diversas tabelas, o que exige um grande tempo do profissional, além de atenção e conhecimento pleno do processo feito, pois qualquer detalhe que possa não ser considerado pode interferir na eficácia do projeto.

A proposta do sistema criado é automatizar a elaboração do projeto elétrico, criando todas as documentações exigidas para aprovação da concessionária. Desta forma todos os parâmetros e especificações estarão sendo sempre considerados, trazendo segurança, agilidade e maleabilidade aos profissionais da engenharia elétrica. Como a criação de um sistema que atenda a todos os requisitos para a elaboração de um projeto é muito amplo e complexo, foi implementado um sistema capaz de criar o um projeto elétrico urbano, não incluindo a área rural, com ramal de entrada subterrâneo, não especificando a possibilidade de ser aéreo.

No capítulo 3 é apresentado um teste do funcionamento deste software que pode reduzir até 70% do trabalho de um engenheiro eletricitista na criação de um projeto elétrico de padrão externo residencial urbano com ramal de entrada subterrâneo.

## CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 - PROJETOS ELÉTRICOS

Em épocas remotas em que eletrodomésticos não existiam, ou pelo menos ainda não existiam com tanta variedade, instalações elétricas baseavam-se na distribuição de alguns fios ligando as poucas tomadas e lâmpadas da residência.

Essa não é a atual realidade, por causa do aumento da variedade de aparelhos que demandam a energia elétrica para o seu funcionamento, aumentou-se também o número de tomadas e novas instalações nos ambientes. O intuito é fornecer funcionalidades, disponibilidades e comodidade aos usuários desses aparelhos sejam em suas casas, empresas, escolas, igrejas ou qualquer outro tipo de ambientes em que se vivem.

Com a variedade de possibilidades de locais para se utilizar tais recursos, aumentou-se também a quantidade de produtos e aparelhos que demandam energia para o seu funcionamento. Com isso, tornou-se necessário seguir algumas normas e padrões para criação, funcionamento e regularização dos aparelhos, o intuito é prover ao usuário do imóvel uma maior segurança em seu uso diário. (GRIEP, 2007).

As padronizações criadas através de normas de regulamentação que prioriza a segurança, qualidade e economia devem ser seguidas por todos os eletricitistas que projetam e implementam tais ambientes.

Ainda falando de padronização, segundo a última atualização em 2002 da norma Brasileira que trata da padronização de plugues e tomadas até 20A/ 250V no Brasil (NBR14136 : 2002) da ABNT, todas as tomadas devem ter as dimensões padronizadas e possuir três terminais fêmea, sendo o terminal central referente ao condutor terra. Visando uma maior segurança, de modo a evitar choques elétricos, a tomada fêmea deverá ser rebaixada para que o usuário do equipamento só tenha contato com a parte não isolada eletricamente após a sua desenergização. (CALVIN e CERVELIN, 2006).

Não seria muito agradável que uma residência ficasse no escuro de repente pelo simples fato de o chuveiro ter sido ligado ao mesmo tempo em que outro

eletrodoméstico. Isso simplesmente por falta de um projeto que apontaria a necessidade de equipamentos que suportasse uma carga maior.

Um projeto elétrico consiste principalmente em seguir normas no qual são dimensionados os componentes a serem usados, a norma tem a função de padronização. (GRIEP, 2007).

Um projeto elétrico é a previsão escrita da instalação, apontando a carga possível a ser instalada, trazendo economia na aquisição de materiais, uma vez que já prevê as possibilidades de carga, informando exatamente o que deve ser utilizado sem super ou sub-dimensionamento. Além da economia na execução das instalações, com estes procedimentos proporciona-se ao projeto mais segurança, estando este menos sujeito as panes elétricas. Ele não é um simples pedaço de papel com um ou mais desenhos. É o resultado de inúmeros cálculos matemáticos e atividades que envolvem diferentes visões.

Projeto elétrico residencial é baseado em normas, seguindo assim passo a passo todos os detalhes do projeto elétrico de uma residência, dando assim garantia do projeto que no futuro não ocorra nenhum problema de condutores sobrecarregados e falta de segurança para os usuários. (GRIEP, 2007).

Para se iniciar um projeto, o engenheiro deve seguir alguns passos como se seguisse uma receita de bolo, pois algo que não tenha sido previsto no início do processo for necessário em uma fase do projeto, pode comprometê-lo completamente.

Iniciando um projeto elétrico, deve ser analisado todo o projeto arquitetônico da edificação, suas dimensões e definir qual o tipo de ambiente será cada um dos cômodos do imóvel. Quantos e quais equipamentos elétricos serão utilizados. Definir os locais de cada tomada, cada interruptor, da iluminação, quadro de distribuição, etc. Tendo em base algumas exigências básicas das normas de regulamentação NBR5410.

Definir o dimensionamento da carga geral da edificação, tal como carga de iluminação, carga das tomadas de uso geral ou específico, o local onde irá passar cada eletroduto, quantos circuitos serão divididos a construção, e o que cada circuito é responsável (por exemplo, pode fazer um circuito todo o sistema de iluminação de um imóvel, um sistema de tomadas, circuito de aquecedores, etc.) facilita a instalação e a manutenção do sistema elétrico da edificação. Tendo como exemplo o sistema de divisão de circuitos, em caso de manutenção ou pane no imóvel, pode-se desligar parcialmente o sistema elétrico do imóvel, não comprometendo totalmente o uso de energia, facilitando assim a manutenção.

É no campo da iluminação que existe a oportunidade para conservar energia, ou seja, temos uma iluminação adequada dentro dos padrões estabelecidos pela norma, porém com economia de energia. (CALVIN e CERVELIN, 2006).

Além das questões de conservação, distribuição e divisão de cargas deve-se definir a tensão que será usada no projeto, pois dependendo do que será usado no imóvel há a necessidade de ser instalado um sistema do tipo monofásico, bifásico ou trifásico. (GRIEP, 2007).

Num projeto elétrico também devem ser tratados alguns circuitos, mesmo não sendo exatamente circuitos elétricos, como por exemplo: sistema de telefone, sistema de segurança, cabeamento estruturado, etc. Estes trabalham sempre em conjunto, dependendo das instalações elétricas. Um equipamento de alarme ou computador deve ter em sua proximidade a disponibilidade da rede elétrica, rede telefônica e acesso aos cabeamentos do imóvel, por exemplo.

Um projeto elétrico pode ter várias versões, por exemplo, se pedirmos a três engenheiros para eles elaborem um projeto elétrico de uma mesma residência, teremos três projetos diferentes. Dizer que tenhamos assim um projeto mais certo que outro pode não ser uma verdade, pois todos poderão estar certos, mesmo que todos tenham levado em consideração as recomendações técnicas nas normas da ABNT e vigentes da concessionária, mais cada um terá um detalhe ou particularidade diferente dos outros. Um engenheiro pode achar mais interessante

colocar o QDC<sup>1</sup> em um lugar diferente de outros, pode ter um número diferente de tomadas, um sistema de iluminação usando three-way<sup>2</sup> em um cômodo que outro não viu a necessidade, etc.

Sendo então, um projeto elétrico é basicamente a representação gráfica e matemática da construção, seja ela residencial ou mesmo somente de um padrão. Muitas vezes são confeccionados projetos somente padrão, pois são estes que as concessionárias exigem para fazer a ligação elétrica para imóvel. (CALVIN e CERVELIN, 2006).

Este projeto é apresentado à concessionária de energia elétrica, e através do mesmo é demonstrado o dimensionado toda a carga a ser instalada, através do cálculo de equipamentos que serão instalados, quantidade de tomadas e aparelhos de iluminação. Dessa forma, uma vez que o projeto esteja de acordo com as normas vigentes da concessionária, o projeto será aprovado, o que servirá como documento de garantia para o cliente, para o engenheiro responsável e para a concessionária local, pois o mesmo determina exatamente a potência consumida pela residência.

Além de serem criados para definir o que deverá e como deverá ser construído em uma edificação, o projeto elétrico também pode ser utilizado como documento de um laudo de perícia, por exemplo, pode ser usado para comprovar como se encontra as instalações de uma imóvel, em caso de processo que envolva concessionária, proprietário ou inquilino de um imóvel.

Especificamente o objeto desse trabalho, é a realização automática de um projeto elétrico de padrão externo residencial urbano com ramal de entrada subterrâneo. Esse projeto elétrico de padrão externo é o estudo das cargas do projeto elétrico interno para determinar qual tipo de caixa, fios, eletrodutos serão usados. Especificamente o trabalho trata de projetos para ambiente residencial, não comercial, definindo atendimento somente para residências localizadas na área urbana que tenham atendimento com ramal de entrada subterrâneo, que a recepção do condutor da concessionária de energia elétrica local através de um eletroduto que o leva do poste a uma caixa situada, normalmente, na calçada da edificação, com sua tampa superior nivelando com a superfície da rua, não trabalhando com ramal

---

<sup>1</sup> Quadro de Distribuição de Circuitos

<sup>2</sup> Sistema de interruptores ligados em paralelo. Este encontra aplicações em locais onde uma carga (uma lâmpada, por exemplo) precisa ser controlada de dois pontos diferentes. No início e no topo de uma escada, por exemplo.

aéreo. Vale ressaltar que será utilizado as normas técnicas vigentes na localidade de Caratinga-MG.

## 1.2 - NORMAS TÉCNICAS

Normas Regulamentadoras ou NR são normas da ABNT – NBR 5410 que estabelecem requisitos e condições mínimas objetivando a implementações de medidas para construção e controle de sistemas elétricos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos indivíduos que direta ou indiretamente, que no nosso caso, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. (Fonte: Associação Brasileira de Normas técnicas, 2006)

Fundada em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24.08.1992. É membro fundador da ISO (International Organization for Standardization), da COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização). A ABNT é a única e exclusiva representante no Brasil das seguintes entidades internacionais: ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission); e das entidades de normalização regional COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e a AMN (Associação Mercosul de Normalização).

Os trabalhos da ABNT atualmente são desenvolvidos por 58 Comitês Brasileiros e 4 ONS – Organismos de Normalização Setorial. Tratando Normalização no campo da eletricidade, eletrônica e telecomunicações compreendendo geração, transmissão e distribuição de energia; instalações elétricas e equipamentos eletro-eletrônicos, inclusive para atmosferas explosivas; dispositivos e acessórios elétricos;

instrumentações; bens de consumo; condutores elétricos; iluminação; compatibilidade eletromagnética no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades. (ABNT/CB-03, 2006)

### 1.3 - CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA LOCAL

A Empresa começou a ser planejada no Governo Milton Campos (1945 a 1950), quando foram realizados estudos sobre a questão da energia elétrica, com o objetivo de analisar as condições energéticas do Estado e propor a criação de uma empresa que fosse responsável pela execução desse projeto, dando suporte para a implantação de um parque industrial em Minas. Sua criação, no entanto, só ocorreu no dia 22 de maio de 1952, no Governo Juscelino Kubitscheck. Sua primeira fonte de receitas veio com a transferência que lhe foi feita pelo Estado, da Usina de Gafanhoto, construída em 1946, com capacidade instalada de 12.880kW (Fonte: CEMIG, 2009).

A CEMIG foi criada para gerar, transmitir e distribuir energia elétrica para o Estado de Minas Gerais, detendo, atualmente, o segundo mercado consumidor do país, levando conforto às residências, movimentando as indústrias, ajudando a elevar o nível de atividade e dinamizando o trabalho no campo. Em seus primeiros dez anos de atividade, a CEMIG se preocupou, essencialmente, com a geração de energia elétrica para atender à demanda do parque industrial mineiro. Essa fase culminou com a inauguração da grande usina de Três Marias, ainda hoje um marco da engenharia nacional. Após construir um moderno sistema de transmissão, capaz de permitir a interligação de toda a energia gerada e a sua distribuição por praticamente todo o Estado, a CEMIG teve condições de estender seus serviços às principais cidades de Minas, que, através de um serviço de fornecimento de energia elétrica seguro e confiável, puderam implantar planos de crescimento e desenvolvimento (Fonte: CEMIG, 2009).

A conexão da CEMIG com as entidades de normalização técnica, com destaque para a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, se dá também de forma matricial através da divulgação de atividades e documentos dessas entidades, da coordenação e da participação direta nas Comissões de Estudos ou Grupos de Trabalho e da análise e votação da CEMIG, após consenso interno, dos

projetos de norma elaborados. Vários especialistas participam, direta ou indiretamente das atividades de normalização da ABNT, em cerca de 260 Comissões de Estudos da maioria dos Comitês Brasileiros. Cerca de 100 projetos de norma são analisados anualmente, após circulação interna ampla entre as áreas interessadas, resultando no encaminhamento à ABNT de mais de 50 votos.

A participação dos especialistas da CEMIG nos fóruns de normalização e a existência de uma estrutura de busca do consenso interno asseguram que diversos produtos, metodologias e critérios adotados em escala nacional estejam em consonância com as práticas desenvolvidas na Empresa. O grau de incorporação de tecnologia aos produtos de uma empresa tem uma forte relação com o envolvimento em comitês técnicos de entidades de normalização. (Fonte: CEMIG, 2009)

Para que um projeto possa ser executado, ele tem de ser aprovado pela concessionária local onde se encontra a edificação, sendo no caso deste trabalho a concessionária operante é a CEMIG. Este projeto deverá seguir com rigor todas as exigências apresentada pela concessionária, para garantir segurança e a plena aceitabilidade do projeto.

Segue abaixo, algumas das tabelas que são exigências das normas de regulamentações:

Tipos de Ligações	Cargas	Fases	Qtde fios
A	até 10kw	1	2
B	Maior que 10 e menor ou igual a 15kw	2	3
D	Maior que 15 e menor ou igual a 75kw	3	4

Tabela 1 – Tabela de Tipos de ligações (Manual de instalações Elétricas Residenciais – CEMIG)

Na tabela 1, são demonstrados os tipos de ligações, que podem ser instaladas em um imóvel. Podendo ser uma ligação monofásica, bifásica ou trifásica. Mostra as especificações de cada uma delas com seu número de fase e quantidade de fios que deverão ser utilizados.

Área do Cômodo (m <sup>2</sup> )	Carga de iluminação (VA)
Até 6	100
de 6,1 à 10	160

de 10,1 à 14	220
de 14,1 à 18	280
de 18,1 à 22	340
de 22,1 à 26	400
de 26,1 à 30	460

Tabela 2 – Tabela de iluminação (Manual de instalações Elétricas Residenciais – CEMIG)

Na tabela 2, são demonstradas as cargas de iluminação que deve ser instalada em determinado cômodo. A cada faixa de área dos cômodos, é citada a carga mínima de iluminação exigida pela norma da concessionária.

Cômodo (perímetro)	Tomadas – qtde – potencia (VA)
qualquer, até 6m <sup>2</sup>	1 – 100
qualquer, maior que 6m <sup>2</sup>	1 à cada 5 m <sup>2</sup> – 100
Cômodos específicos (cozinha, área de serviço, lavanderias, etc.)	1 à cada 3,5 m <sup>2</sup> – 100*

Tabela 3 - Tabela de Tomadas (Segundo Manual de Instalações Elétricas Residenciais – CEMIG)

\*OBS.: Podendo variar. Para cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias, as 3 (três) primeiras tomadas deveram ser de 600VA e as demais, se existirem, de 100VA para compor a carga mínima do cômodo. Para banheiro, pelo menos uma tomada próxima ao lavatório, e a ligação específica do chuveiro.

Na tabela 3, são demonstradas as cargas das tomadas que devem ser instalada em determinado cômodo. A cada faixa do perímetro dos cômodos, é citada a carga mínima das tomadas que devem ser instaladas segundo exigências feitas pela norma da concessionária.

Fornecimento		Medidor		Transformador de Corrente	Ramal de Ligação Aéreo Multiplex			Ramal de Ligação Subterrâneo		
Tipo	Faixa	Corrente Nominal/ Máxima	Número de Elementos		Relação I1 : I2 ( FT = 2 )	Extensão ( e em metros )			Condutor Alumínio XLPE - 90 <sup>0</sup>	Eletroduto
				e ≤ 15		15 < e ≤ 25	e > 25	PVC ou Amianto		Aço
A	A1	15/60	1		D - 10	D - 16	D - 25	25	40	40
	A2	15/100								
B	-		2							
C	C1	15/60 e 15/120	1		T - 10	T - 10	T - 16	16	60	50
	C2									
D	D1		3			Q - 16		16	60	50
	D2	15/60								
	D3	15/100								
	D4	15/120								
	D5	30/120	3	200 : 5		Q - 35		70		
	D6									
	D7	2,5/10								
	D8									
E	E1		1 ( 3 Fios )							
	E2	15/100								
	E3									
	E4	15/120 e 30/120								
	E5	2,5/10 e 2,5/20								
F	F1		3							
	F2	15/120 e 30/120								
	F3									
	F4	2,5/10								

Tabela 4 - Tabela de Dimensionamento dos ramais ligações e da medição. Fonte: CEMIG

Na tabela 4, são apresentadas informações sobre os medidores, transferência de correntes e os tipos de ramais de ligação. Os ramais de ligação podem ser classificados como ramal aéreo ou subterrâneo, sendo cada um tem uma especificação.

Fornecimento		Carga Instalada		Número de		Proteção	Ramal de Entrada Embutido			Aterramento		Poste ( 5 )				Pontalete ( 5 )
Tipo	Faixa	de	até	Fios	Fases	Disjuntor Termo - Magnético	Condutor Cobre PVC - 70 <sup>0</sup> C ( 3 )	Eletroduto		Condutor Aço ( 7 )	Eletrodo Quantidade	Mesmo Lado da Rede		Lado oposto da Rede		Aço
								PVC	Aço			Aço	Concreto	Aço	Concreto	
A	A1	-	5,0	2	1	40	6	25	20	φ 6,4 mm ( ¼ ")	1	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
	A2	5,1	10,0					70								
B	-	10,1	15,0	3	2	60	16	32	25							
C	C1	10,1	15,0	3	1	60	25	40	32		2					
	C2	15,1	20,0					70								

Tabela 5 - Tabela de Dimensionamento para unidades consumidoras urbanas / rurais – ligações a 2 e 3 fios. Fonte: CEMIG

Na tabela 5, tendo como parâmetro principal o tipo de fornecimento, são demonstradas a quantidade de fios e fases de cada tipo, o disjuntor ideal capaz de atender com segurança a exigência da norma, o tamanho dos eletrodutos, que pode ser aço ou PVC, e qual o material a ser usado para o aterramento e para ligação do imóvel ao poste.

No software elaborado estas tabelas foram configuradas para que automaticamente seja criados projetos que respeitem e sigam as normas e especificações vigentes na referida localidade atendida pela concessionária de energia CEMIG.

## 1.4 - AUTOMAÇÃO

A automação está cada vez mais presente em nosso dia a dia, substituindo e aprimorando processos que são repetitivos e não requerem tanta interação com pessoas. Esse é um movimento é irreversível.

“Automação é a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir o uso de mão-de-obra em qualquer processo, especialmente o uso de robôs nas linhas de produção. A automação diminui os custos e aumenta a velocidade da produção.”  
(LACOMBE, 2004)

Automação (do latim Automatus, que significa mover-se por si), é um sistema automático de controle pelas quais os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem. Também pode ser definida como um conjunto de técnicas que podem ser aplicadas sobre um processo objetivando torná-lo mais eficiente, ou seja, maximizando a produção com menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, tanto humana e material quanto das informações inerentes ao processo (HOLANDA, 1975).

Também podemos conceituar automação como, solução responsável por tornar automáticas atividades repetitivas com uso de sistemas e equipamentos que efetuam coleta de dados e atuam nos processos, minimizando a necessidade da interferência humana e resultando em maior velocidade nas operações, redução de erros, controle e principalmente em fidelidade de informações, elementos essenciais para um gerenciamento eficaz. (GEORGINI, 2003)

Visando a diminuição de erros, o aumento da produtividade e a economia, é aplicada a automação em processos que normalmente são padronizados ou que variem em um grau muito pequeno. Processos não padronizados incluem grau de imensa dificuldade para aplicar a automação, uma vez que exigem em alguns, ou vários, passos o raciocínio para determinar que caminho seguir.

Processos executados manualmente estão sujeitos a uma margem de erro maior, a uma variância na produtividade inesperada. São diversas variáveis capazes

de comprovar as grandes vantagens de se automatizar. Entre elas a maior facilidade de substituição de mão de obra sem perder tanto na produtividade.

Para viabilizar a possibilidade de se implantar a automação em um determinado processo, existe a necessidade preliminar de se fazer um estudo técnico ou levantamento de dados, verificando todas as necessidades para concretizar o desenvolvimento processo pretendido, determinando aí a melhor estratégia de controle e a escolha dos recursos de hardware e/ou software necessários para a aplicação. (LACOMBE, 2004)

Tendo em vista estes conceitos sobre automação de processos e visto também a complexidade da criação de um projeto elétrico de padrão externo residencial urbano, foi proposto a criação de um sistema capaz de conceber um projeto elétrico com o mínimo de dedicação humana, proporcionando agilidade ainda e garantindo segurança no resultado final, tendo como principal requisito o respeito às normas regulamentadoras, tanto da ABNT quanto da concessionária vigente na localidade da edificação, no caso a CEMIG.

O sistema criado foi desenvolvido na linguagem de programação Visual C# ser executado na plataforma Windows.

## 1.5 - VISUAL C#

C# (ou C Sharp) é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida pela Microsoft como parte da plataforma .NET. A sua sintaxe orientada a objetos foi baseada no C++ mas inclui muitas influências de outras linguagens de programação, como Delphi e Java.

Durante o desenvolvimento da plataforma .NET, as bibliotecas foram escritas originalmente numa linguagem chamada Simple Managed C (SMC), que tinha um compilador próprio. Mas, em Janeiro de 1999, uma equipe de desenvolvimento foi formada por Anders Hejlsberg, que fora escolhido pela Microsoft para desenvolver a linguagem. Dá-se início à criação da linguagem chamada Cool. Um pouco mais tarde, em 2000, o projeto .NET era apresentado ao público na Professional Developers Conference (PDC), e a linguagem Cool fora renomeada e apresentada como C#. (LIMA, 2002).

A criação da linguagem, embora tenha sido feita por vários programadores, é atribuída principalmente a Anders, hoje um Distinguished Engineer na Microsoft. Ele

fora o arquiteto de alguns compiladores da Borland, e entre suas criações mais conhecidas estão o Turbo Pascal e o Delphi.

.NET é a nova plataforma de desenvolvimento da Microsoft que tem como foco principal o desenvolvimento de Serviços WEB XML. Um serviço Web XML, ou simplesmente Web Service transcende ao que nós conhecemos como páginas dinâmicas, as quais podem ser acessadas a partir de um browser. A idéia central de um Web Service consiste em permitir que as aplicações, sejam elas da Web ou Desktop, ou ainda middleware, se comuniquem e troquem dados de forma simples e transparente, independente do sistema operacional ou da linguagem de programação. (LIMA, 2002).

Ainda é citado por Edwin Lima, que a linguagem C# (pronuncia-se C Sharp) faz parte do conjunto de ferramentas oferecidas na plataforma .NET e surge como uma linguagem simples, robusta, orientada a objetos, fortemente tipada e altamente escalável a fim de permitir que uma mesma aplicação possa ser executada em diversos dispositivos de hardware, independentemente destes serem PCs, handhelds ou qualquer outro dispositivo móvel. Além do mais, a linguagem C# também tem como objetivo permitir o desenvolvimento de qualquer tipo de aplicação.

A empresa baseou C# nas linguagens C++ e Java, e ela é considerada a linguagem símbolo do .NET, por ter sido criada praticamente do zero para funcionar na nova plataforma, sem preocupações de compatibilidade com código existente.

## CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Esse projeto nasceu da percepção, em sala de aula, do enorme trabalho despendido por um projetista para elaborar um projeto elétrico de padrão externo. Durante as aulas de desenho técnico, usando o software Autocad, e também das aulas específicas de instalações elétricas, nas quais eram solicitadas a elaboração de diversos projetos, por meio de desenhos de plantas e também do cálculo de carga e demanda. Esse processo, sempre manual, poucas vezes com auxílio de uma planilha de cálculo, mostrou-se excelente do ponto de vista didático, porém, pouco produtivo para o mercado de trabalho.

Percebeu-se então a necessidade de automatização destas tarefas, podendo trazer ganho de produtividade, confiança e automação para se realizar um projeto elétrico. O mercado oferece diversos softwares para elaboração de projetos elétricos residenciais e comerciais, mas nenhum se aplica ao projeto elétrico de padrão externo, ficando a cargo de cada profissional tentar encontrar a melhor forma para o seu trabalho, porém, nenhuma delas seria suficientemente automatizada e ao mesmo tempo confiável.

Tendo em vista ainda que na elaboração desse projeto é necessária uma constante consulta em normas técnicas disponibilizadas pela concessionária de energia elétrica, visando atender com perfeição as exigências para instalação do medidor de energia, o projeto, para ter total confiabilidade, precisa seguir uma consulta a essas normas muito minuciosa, dedicando-se mais tempo ainda. Nem mesmo o mais experiente profissional projetista tem o conhecimento total de todas as regras a serem seguidas, visto que cada projeto é uma nova realidade.

Visualizando essa dificuldade constatou-se que era possível a criação de métodos automatizados que garantiria um ganho de produtividade altamente perceptível com toda confiabilidade necessária, apresentando enormes facilidades na elaboração dos projetos e dispensando todas as consultas manuais às normas.

Esse novo processo para elaboração desses projetos nasceu em forma de um software desenvolvido em Dot Net e C Sharp, usando como base de conhecimento e referência as normas técnicas da CEMIG, armazenando todas as informações necessárias em uma base de dados do mysql 5.0.

A definição da linguagem escolhida deve-se ao fato de que os pesquisadores em questão já possuem bom conhecimento em desenvolvimento já estar direcionados para essa plataforma, o que dispensa dedicação ao aprendizado.

O uso de uma base de dados em mysql deve-se ao fato de ser um gerenciador de banco de dados de uso livre e de fácil instalação e manutenção, ficando disponível para, até mesmo, um quase leigo em informática fazê-lo.

Após essas definições para criação desse projeto iniciou-se a busca por melhores e maiores informações para agregar valor ao mesmo. O primeiro passo foi a leitura do documento disponibilizado pela CEMIG, o qual contém todas as regras para elaboração de um projeto elétrico de padrão externo residencial individual ou coletivo. Essa leitura possibilitou a coleta de diversas informações que levaram a definir as diversas variáveis que deveriam estar contidas no sistema.

O segundo passo foi a elaboração do projeto que daria início ao desenvolvimento do sistema. Esse projeto tinha como proposta definir todas as tabelas e colunas que deveriam compor a base de dados, assim como definir todos os passos que o sistema deveria seguir. Para a criação da estrutura de tabelas e explicação detalhada que segue: abaixo:

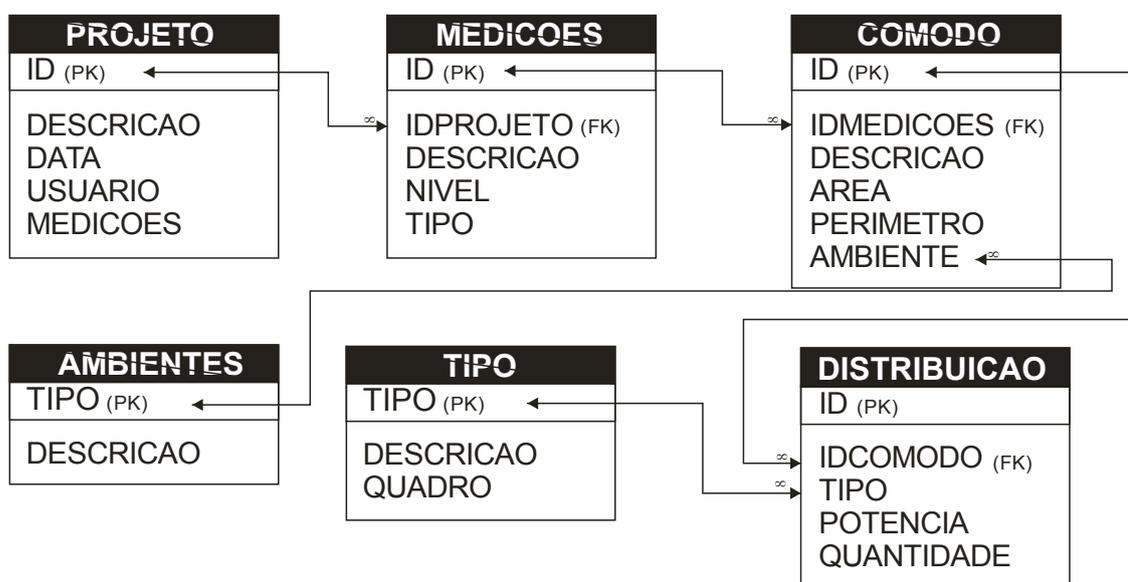


Tabela 6 – Conjunto de tabelas utilizadas no sistema.

## DESCRIÇÃO DA TABELA PROJETO

Essa é a tabela inicial do sistema onde ficam armazenadas as informações básicas composta pelos campos (colunas) abaixo:

- **ID**
  - Identificador exclusivo da tabela. Ao iniciar um projeto o sistema define um número único para esse campo. Através desse valor o sistema reconhece o projeto.
  
- **DESCRIÇÃO**
  - Nessa coluna fica armazenada uma descrição qualquer para facilitar a identificação do projeto por parte do usuário.
  
- **DATA**
  - Armazena a data em que o projeto começou a ser construído. Essa coluna é preenchida automaticamente pelo sistema, usando a data do computador.
  
- **USUÁRIO**
  - Armazena o nome do usuário que realiza o projeto. Também é de forma automática, usando o login do sistema.
  
- **MEDIÇÕES**
  - Armazena a quantidade de unidades consumidoras o projeto abrange.

## **DESCRIÇÃO DA TABELA MEDIÇÕES**

Armazena informações sobre cada unidade consumidora, seja residencial individual ou coletiva.e é composta pelas colunas abaixo:

- **ID**
  - Identificador exclusivo da tabela. Ao iniciar cada unidade consumidora o sistema define um número único para esse campo. Através desse valor o sistema reconhece cada unidade.
  
- **IDPROJETO**

- Nessa coluna fica armazenada o valor referente à qual projeto pertence essa unidade consumidora. Esse valor foi definido no início do projeto, na coluna ID da tabela projeto.

- **DESCRIÇÃO**

- Nessa coluna fica armazenada uma descrição qualquer para facilitar a identificação da unidade consumidora por parte do usuário. Por exemplo cada unidade consumidora pode receber nomes como: Apto 101, Apto 102, Apto 201 e assim sucessivamente.

- **NÍVEL**

- Define a qual andar essa unidade consumidora pertence.

- **TIPO**

- Define se é residencial individual, como valor R ou coletiva, recebendo o valor C.

## **DESCRIÇÃO DA TABELA CÔMODO**

Tabela responsável por armazenar todas as informações de cada cômodo (cozinha,sala, banheiro e outros) da unidade consumidora. Composta pelas colunas abaixo:

- **ID**

- Identificador exclusivo da tabela. Ao iniciar a definição de cada cômodo o sistema define um número único para esse campo. Através desse valor o sistema reconhece cada unidade.

- **ID MEDIÇÕES**

- Define a qual unidade consumidora esse cômodo pertence. Esse valor é definido no campo ID da tabela medições.

- **DESCRIÇÃO**

- Nessa coluna fica armazenada uma descrição qualquer para facilitar a identificação do cômodo por parte do usuário.
- **ÁREA**
  - Nessa coluna ficar armazenada a área do cômodo.
- **PERÍMETRO**
  - Nessa coluna fica armazenado o perímetro do cômodo.
- **AMBIENTE**
  - Nessa coluna fica armazenada a sigla correspondente ao cômodo (AS=Área de serviço, BA=Banheiro, CC=Copa Cozinha, CO=Cozinha, CP=Copa, LA=Lavanderia, QU=Quarto, SA = Sala, SC=Sala Copa).

## **DESCRIÇÃO DA TABELA DISTRIBUIÇÃO**

Tabela responsável pelo armazenamento dos itens que compõem a carga de cada cômodo. Nessa tabela ficam armazenadas a quantidade de lâmpada, tomadas, chuveiros, eletrodomésticos e outros elementos. Composta pelas colunas abaixo:

- **ID**
  - Identificador exclusivo da tabela. Ao iniciar a distribuição de cargas o sistema define um número único para esse campo. Através desse valor o sistema reconhece cada elemento e sua carga.
- **TIPO**
  - Essa coluna armazena o tipo de elemento que compõem a carga total. Para cada elemento um código, como explicado:
    - 1-Lâmpada
    - 2-Tomada de uso geral
    - 3-Tomada de uso específico
    - 4-Chuveiro
    - 5-Forno microondas

- 6-Forno elétrico
  - 7-Condicionador de ar
  - 8-Banheira de hidromassagem
  - 9-Motor
- **POTÊNCIA**
    - Armazena a potência de cada elemento incluído no projeto.
  - **QUANTIDADE**
    - Armazena a quantidade de cada elemento de igual potência incluído no projeto.
  - **AMBIENTE**
    - Nessa coluna fica armazenado o tipo de ambiente. Esse tipo está cadastrado na tabela tipo e aqui fica apenas o código para relacionamento.

## **DESCRIÇÃO DA TABELA TIPO**

Tabela responsável por armazenar a relação de itens que compõem a carga total do projeto. Essa tabela não armazena os itens do projeto em si e sim os itens que estão disponíveis para serem adicionados ao projeto.

- **TIPO**
  - Identificador exclusivo da tabela. Através desse valor o sistema reconhece cada item.
- **DESCRIÇÃO**
  - Nome dado ao item para melhor identificação do usuário.
- **QUADRO**

- Nessa coluna fica armazenada a descrição pela qual o item é tratado no momento de construir o quadro de cargas (iluminação, tomadas, aquecimento, motor)

## **DESCRIÇÃO DA TABELA AMBIENTES**

Nessa tabela ficam armazenados os possíveis cômodos de uma unidade consumidora. Cada um deles identificado por uma sigla.

- **TIPO**

- Sigla que identifica o cômodo.

- **DESCRIÇÃO**

- Descrição do cômodo para melhor identificação por parte do usuário.

Com essas informações e relacionamentos entre as classes foi implementado uma interface gráfica, para facilitar a criação de projetos elétricos.

## CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DE RESULTADOS

O sistema PEPE desenvolvido para automatizar a elaboração de projetos elétricos de padrão externo residenciais apresenta uma interface que disponibiliza diversos recursos para esse fim. Será apresentado agora as opções que o compõem.

Ao acessar o sistema a primeira tela solicita usuário e senha para acessar o sistema, isso faz com que seja necessário permissão para usar o software, garantindo segurança e confiabilidade das informações, como apresentado na imagem a seguir.



Figura 1 – Tela de abertura do sistema para acesso do usuário.

Basta digitar um usuário e senha válida e clicar no botão Confirmar para acessar o sistema. Ao fazer isso a tela inicial é apresentada.

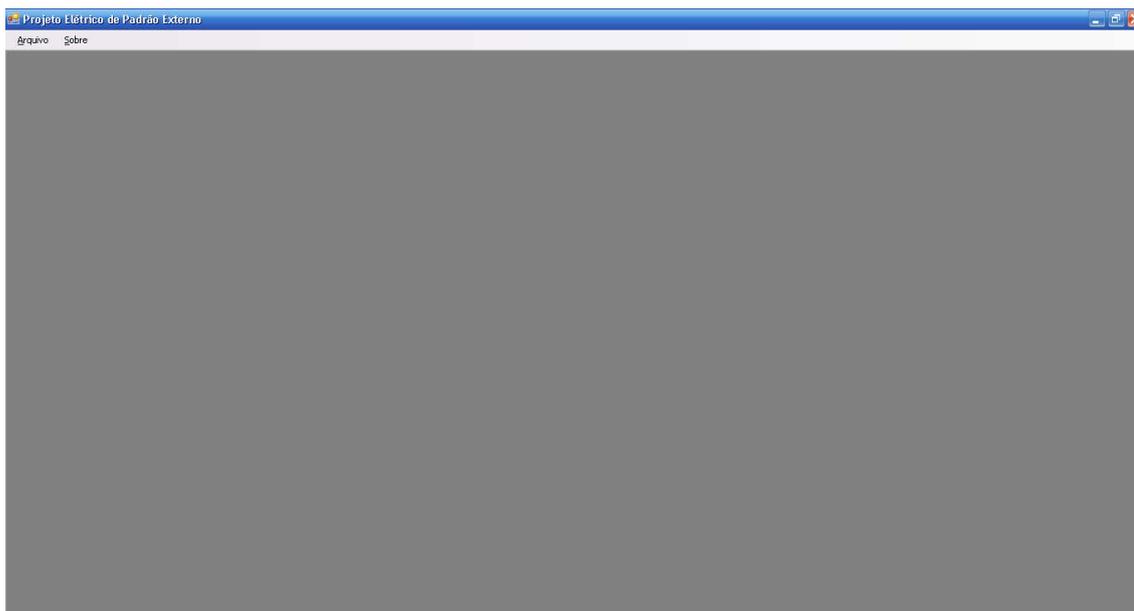


Figura 2 – Tela inicial do Sistema, para acesso ao menu do software.

Essa tela possui as opções necessárias para acessar os recursos que permitem a criação do projeto. Veja abaixo:



Figura 3 – Barra de Menu para acesso às opções disponíveis no sistema.

<i>Menu</i>	<i>Descrição das funções</i>
Novo	Permite a criação de um novo projeto.
Abrir	Edita um projeto já existente.
Salvar Como	Cria uma cópia do projeto já existente.
Gerar Projeto	Gera todas as informações e desenhos que serão enviados para a aprovação da concessionária de energia.
Fechar	Fecha o projeto que está aberto.

Sair	Sai do sistema.
------	-----------------

Tabela 7 - Tabela de Comando do Menu principal

Para melhor entendimento dos menus e opções, será apresentado a seguir todas as funcionalidades do software.

Ao selecionar a opção “Novo” a seguinte tela aparecerá:

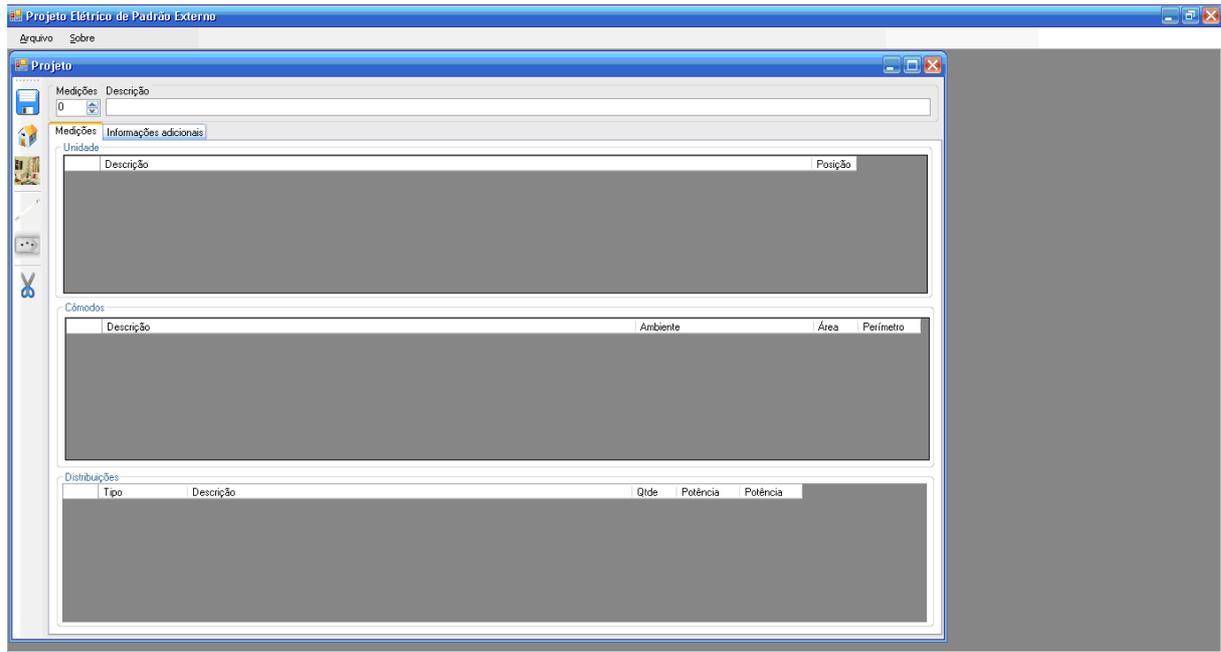


Figura 4 – Tela de elaboração do projeto.

O primeiro passo é informar quantas unidades consumidoras farão parte desse projeto. Informe isso na opção medições . Para selecionar basta digitar ou clicar nas setas para cima ou para baixo para aumentar ou diminuir o valor respectivamente. No campo descrição deve-se informar o nome do projeto. Esse nome serve para identificá-lo. Ao definir essas variáveis deve-se clicar no botão



para salvar o projeto e já criar a primeira medição (unidade consumidora). Todas as medições criadas recebem por padrão o nome “nova medição”. Veja abaixo:

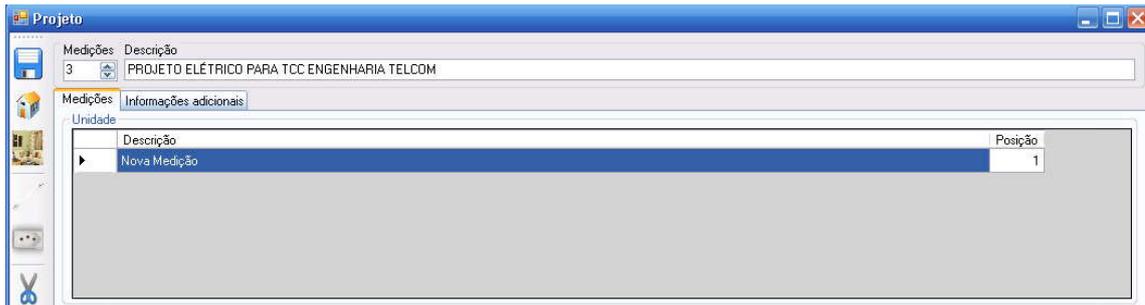


Figura 5 – Tela inicialização do projeto, com descrição para identificar a unidade, podendo ser casa ou apartamento.

Para alterar essa descrição, que serve para identificar cada casa ou apartamento, basta clicar sobre ela e digitar o novo nome. Como é apresentado na figura a seguir:



Figura 6 – Tela de alteração da descrição da unidade.

A coluna posição define em qual andar o apartamento se localiza e pode ser alterada clicando com o botão direito do mouse sobre o número desejado e escolher Aumentar ou diminuir. Veja abaixo:

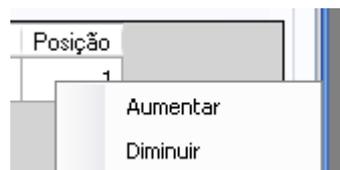


Figura 7 – Tela alteração da posição da unidade.

Para definir os cômodos da casa ou apartamento, basta selecionar o botão



. Veja a seguir:

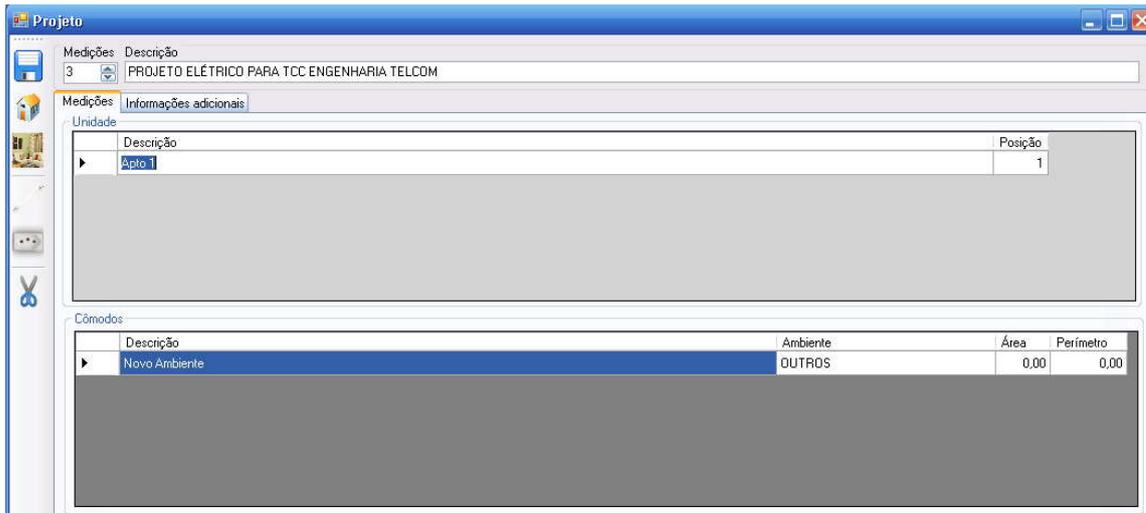


Figura 8 – Tela de inicialização do projeto, acesso a criação dos cômodos da unidade.

Sempre que um novo cômodo é adicionado ele recebe como nome padrão “Novo Ambiente”. Esse nome também pode ser alterado clicando sobre ele e digitando o novo nome. A coluna Ambiente define o tipo de ambiente. Para alterar basta clicar com o botão direito do mouse sobre ela e escolher. Na coluna área e perímetro deve ser digitado o valor correspondente à área e perímetro do ambiente respectivamente. Ao definir os valores corretos para ambiente, área e perímetro o sistema PEPE aplica toda sua inteligência para começará a definir as tomadas e lâmpadas necessárias nesse ambiente, seguindo rigidamente as regras descritas na norma NBR 5410. A seguir é apresentado como fica a distribuição de lâmpadas e tomadas para uma cozinha com área igual a 12 m<sup>2</sup> e perímetro de 55 m. Veja a primeira tela onde fica definida apenas a coluna descrição e a coluna ambiente:

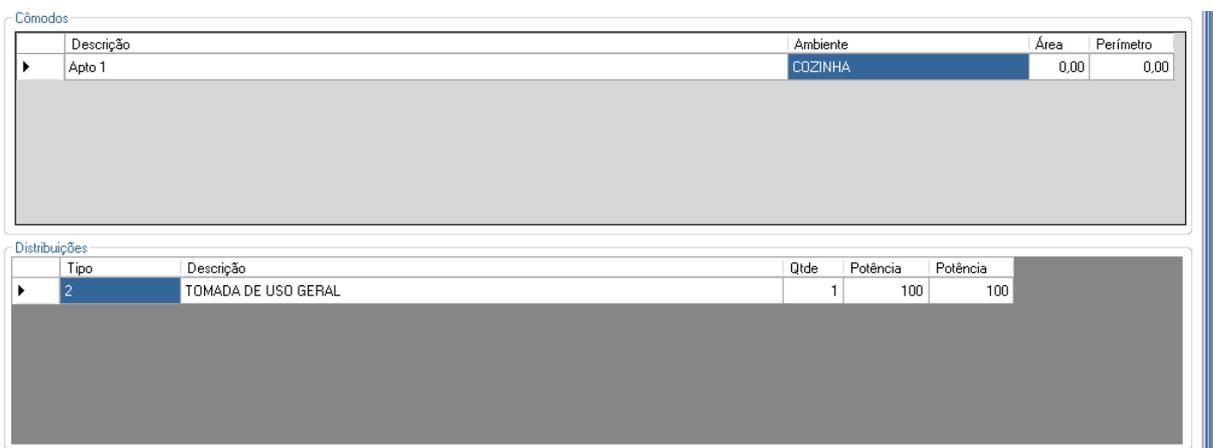


Figura 9 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação.

O sistema já define uma toma de uso geral de 100 Watts e aguarda a informação da área e perímetro para continuar a distribuição. Veja abaixo como fica ao definir a área:

Cômodos				
Descrição	Ambiente	Área	Perímetro	
▶ Apto 1	COZINHA	12,00	0,00	

Distribuições				
Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶ 1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
1	LAMPADA FLUORESCENTE	2	60	120

Figura 10 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, validando área informada.

As lâmpadas são definidas de acordo com a área do ambiente, então o sistema define as lâmpadas de acordo com essa medida. Ao definir o perímetro veja como fica:

Cômodos				
Descrição	Ambiente	Área	Perímetro	
▶ Apto 1	COZINHA	12,00	55,00	

Distribuições				
Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶ 1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
1	LAMPADA FLUORESCENTE	2	60	120
2	TOMADA DE USO GERAL	13	100	1300
3	TOMADA DE USO ESPECIFICO	3	600	1800

Figura 11 – Tela de cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, validando perímetro informado.

As tomadas são definidas de acordo com o perímetro. Para cozinha é necessário, de acordo com a NBR 5410, que sejam previstas 3 tomadas de uso específico de 600 Watts. Dessa forma, simplesmente entrando com informações básicas (tipo de ambiente, área e perímetro) o sistema PEPE já define as tomadas e lâmpadas necessárias. Essa distribuição não é fixa. O projetista pode alterar a

quantidade e potência de cada uma. Bastando para isso, clicar na célula específica e digitar o novo valor. Se for necessário ainda, a exclusão de um desses elementos

basta selecioná-lo e clicar na ferramenta . O sistema perguntará se deseja realmente excluir. Se responder sim o elemento será excluído.

A exclusão pode ocorrer nas distribuições (excluindo somente as lâmpadas, tomadas e outros elementos), nos cômodos (excluindo o cômodo selecionado e toda a distribuição dele automaticamente) ou da unidade – Apartamento – (excluindo todos os cômodos e distribuições correspondentes). Para definir qual dos objetos (medição, cômodo ou elemento do projeto elétrico) será excluído, basta clicar sobre o quadro que mostra o objeto desejado. Quando se clica, a grade dados selecionada se destaca com uma cor de fundo mais clara que os outros. Nas três figuras abaixo a grade selecionada. Em seqüência, medição (unidade consumidora), cômodos (ambiente) e elementos da distribuição:

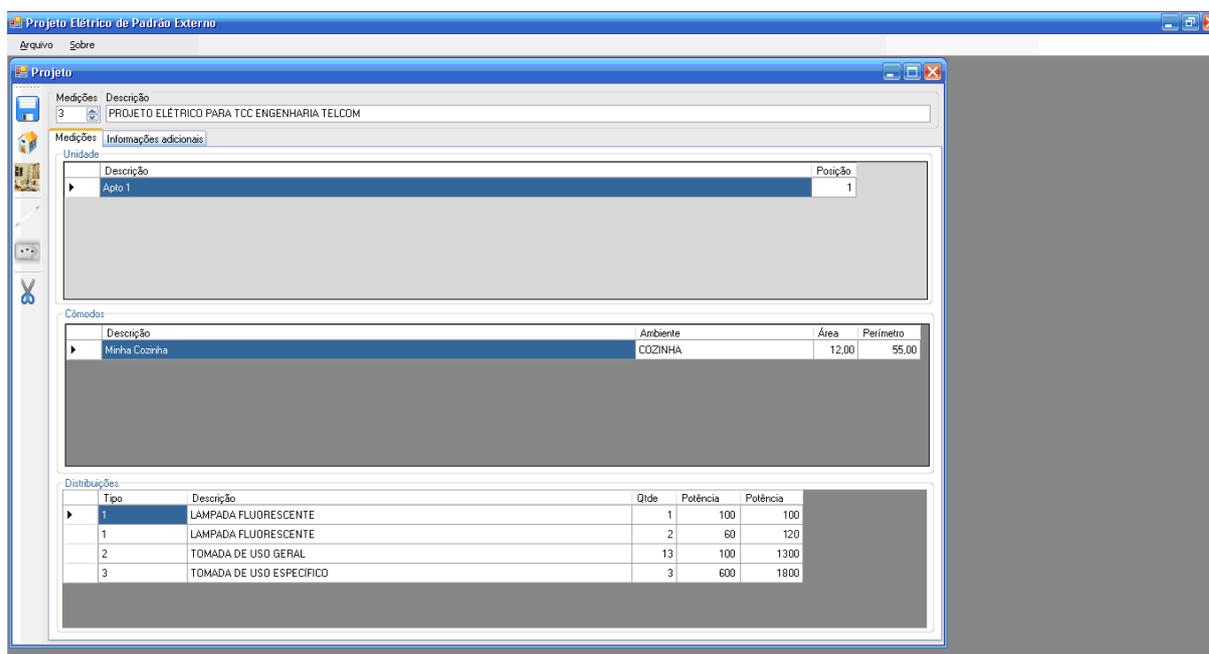


Figura 12 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando unidades.

Na figura acima, ao clicar na ferramenta  está se excluindo o Apto 1. Conseqüentemente todos os objetos (cômodos e elementos da distribuição) que pertencem ao Apto 1 também serão excluídos.

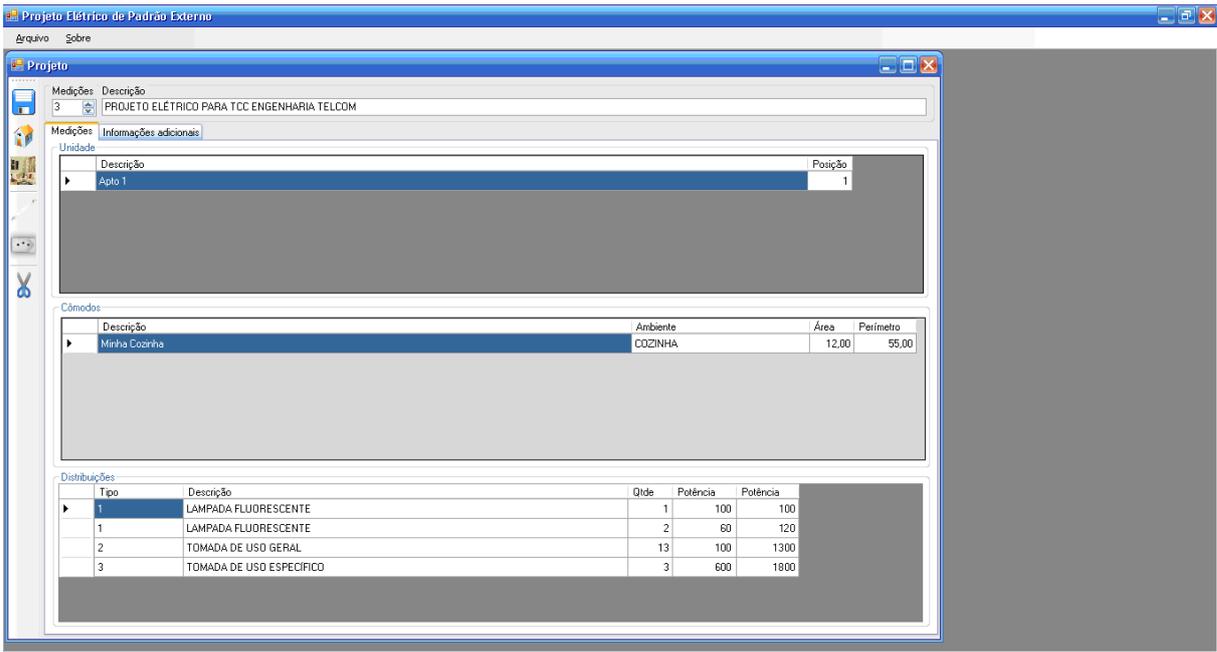


Figura 13 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando cômodos.

Na figura acima, ao clicar na ferramenta  está se excluindo Minha Cozinha. Conseqüentemente todos os objetos (elementos da distribuição) que pertencem a “Minha Cozinha” também serão excluídos.

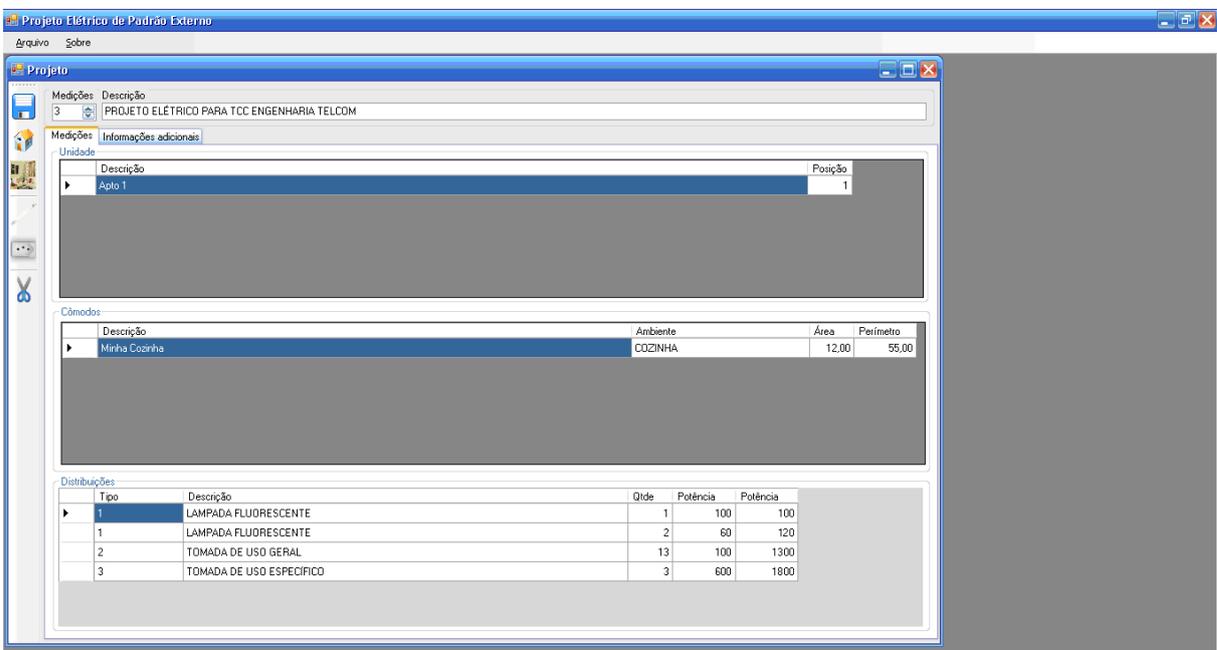


Figura 14 – Tela de unidades, cômodos e distribuições de tomadas e iluminação, selecionando distribuições.

Na figura acima, ao clicar na ferramenta  está se excluindo Lâmpada Fluorescente de 100 Watts, ou qualquer outro selecionado.

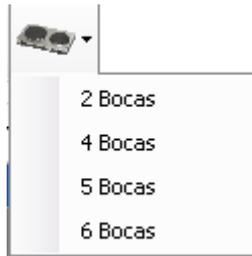
Todos os elementos da distribuição podem ser adicionados ou alterados suas quantidade e potências. Para adicionar um novo elemento da distribuição basta posicionar o mouse sobre a ferramenta . Ao fazer isso aparecerá uma nova barra de ferramentas com diversas opções. Veja abaixo:



Figura 15 – Imagens de tomadas específicas.

Bastando clicar em qualquer uma das ferramentas desejadas para adicionar o elemento no projeto, no cômodo selecionado. Segue a descrição detalhada de cada ferramenta:

-  Ferramenta usada para adicionar uma tomada de uso específico genérica. Essa ferramenta deve ser usada para representar uma tomada qualquer, com carga especificada pelo projetista. Essa ferramenta pode substituir quaisquer das outras ferramentas. As ferramentas específicas (Condicionador de ar, aparelho de som, cafeteira e outros) devem ser usadas com finalidade facilidade o entendimento do projeto.
-  Ferramenta usada para adicionar uma tomada de uso comum de 100 Watts. Mesmo sabendo que essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma tomada de uso específico de 4400 Watts, simbolizando o chuveiro. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma tomada de 1200 Watts. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga específica. Essa ferramenta, como qualquer outra que possui uma seta apontando para baixo no seu lado direito, possui sub-opções, portanto ao clicar sobre ela essas sub-opções aparecerão. Veja abaixo:



- Deve-se selecionar a quantidade de bocas para o fogão. Será calculado 1500 Watts por boca. Essa potência pode ser alterada.



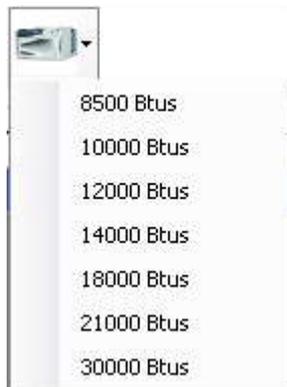
- Ferramenta usada para adicionar uma carga de 750 Watts para um forno microondas. Essa potência pode ser alterada.



- Ferramenta usada para adicionar uma carga de 4500 Watts para um forno elétrico. Essa potência pode ser alterada.



- Ferramenta usada para adicionar uma carga específica para um condicionador de ar. Essa ferramenta, como qualquer outra que possui uma seta apontando para baixo no seu lado direito, possui sub-opções, portanto ao clicar sobre ela essas sub-opções aparecerão.



- Deve-se selecionar a quantidade de Btus desejada para o condicionador de ar. De acordo com a escolha o sistema calcula a potência consumida.

<i>BTU</i>	<i>Potência (Watts)</i>
8500	1300
10000	2500
12000	3000
14000	3500
18000	4500
21000	5250

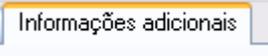
30000	7500
-------	------

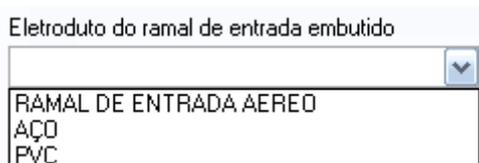
Tabela 8 – Tabela de classificação de potência consumidora (Watts) referente à potência do condicionador de ar.

-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 1500 Watts para uma banheira. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 500 Watts para um motor. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 600 Watts para um aspirador de pó. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 100 Watts para um batedeira. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 600 Watts para um cafeteira. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 100 Watts para um aparelho de som. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 1000 Watts para um ebulidor. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 300 Watts para uma enceradeira. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 200 Watts para um espremedor de frutas. Essa potência pode ser alterada.
-  Ferramenta usada para adicionar uma carga de 150 Watts para um exaustor. Essa potência pode ser alterada.

Qualquer outra carga necessária pode ser representada pela tomada de uso genérico.

Algumas informações adicionais ao projeto, que pertencem ao projeto como um todo e não especificamente a alguma unidade consumidora, são necessárias.

Essas opções são informadas clicando na aba . A primeira informação é sobre se o ramal de entrada é aérea ou subterrânea. Selecione em

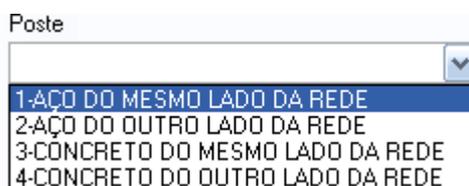


Eletroduto do ramal de entrada embutido

- RAMAL DE ENTRADA AEREO
- AÇO
- PVC

. A opção “RAMAL DE ENTRADA AEREO” define que o ramal será aéreo. Se selecionar “AÇO” ou “PVC” está definindo que o ramal de entrada é subterrâneo com eletroduto de aço ou PVC.

A segunda opção é sobre o tipo, de aço ou concreto, e o lado do poste, do mesmo



Poste

- 1-AÇO DO MESMO LADO DA REDE
- 2-AÇO DO OUTRO LADO DA REDE
- 3-CONCRETO DO MESMO LADO DA REDE
- 4-CONCRETO DO OUTRO LADO DA REDE

da rede ou não. Selecione em

Ao definir todas essas opções o projeto está pronto para ser gerado. Para isso basta selecionar o menu “Arquivo” opção “Gerar Projeto” ou ainda pressionar “F7”. Será gerado um arquivo tipo pdf com todo o projeto pronto.

A seguir será demonstrada uma simulação no software de construção de um projeto elétrico de padrão externo de um prédio de três apartamentos

### 3.1. – EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Para iniciar o projeto deve-se acessar o sistema com o usuário e senha permitidos, como mostra a figura abaixo:



Figura 16 – Tela de abertura do sistema para acesso do usuário.

Para iniciar o projeto propriamente dito deve-se acessar o menu “Arquivo”, opção “Novo”, como mostra a figura abaixo:

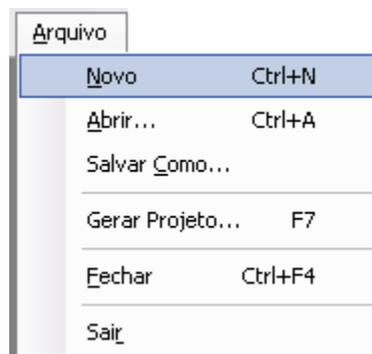


Figura 17 – Barra de Menu Arquivo, de acesso às opções disponíveis no sistema.

Os dados do projeto seguem nas figuras abaixo:

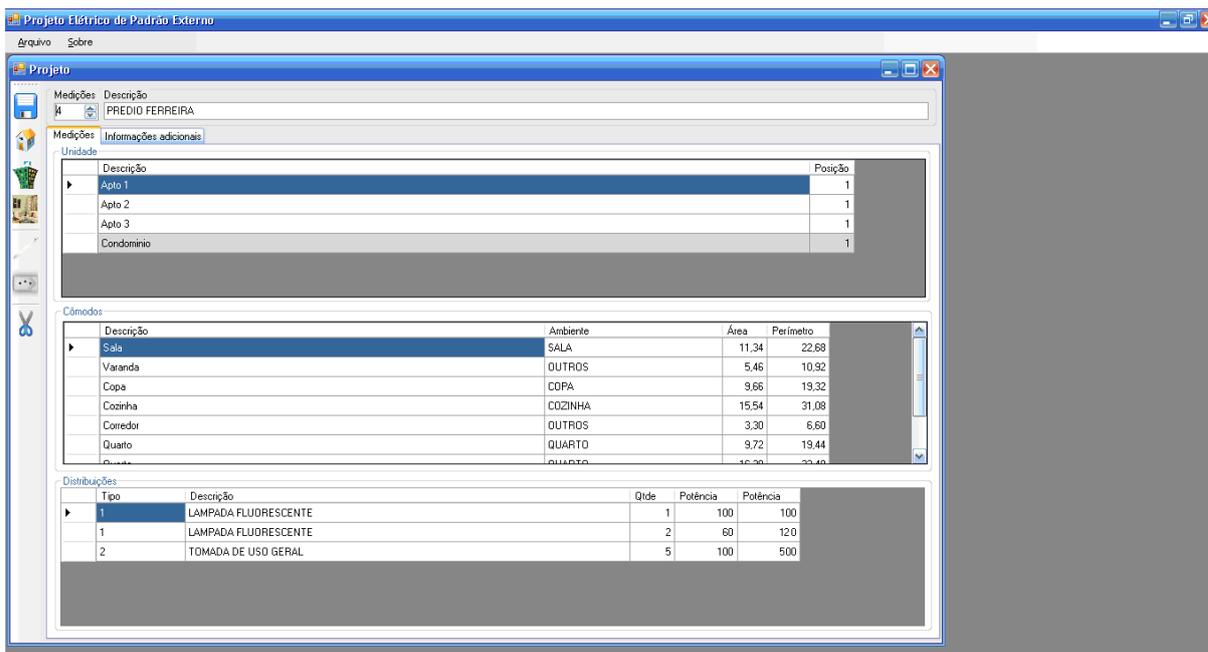


Figura 18 – Tela de visualização das unidades informadas no sistema, com seus respectivos cômodos.

Sendo este projeto é composto por três apartamentos (Apto 1, Apto 2, Apto 3 e Condomínio), cada um desses apartamentos está composto pelos cômodos abaixo:

<b>Cômodo</b>	<b>Área</b>	<b>Perímetro</b>
Sala	11,34	22,68
Varanda	5,46	10,92
Copa	9,66	19,32
Cozinha	15,54	31,08
Corredor	3,30	6,60
Quarto	9,72	19,44
Quarto	16,20	32,40
Banheiro	3,60	7,20
Banheiro	3,60	7,20

Tabela 9 – Tabela dimensões dos cômodos de um dos apartamentos demonstrados.

Nas figuras ilustrativas com as interfaces do sistema são apresentadas a disposição de como ficaram distribuídas as cargas para cada cômodo:

## Sala

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
▶	Sala	SALA	11,34	22,68
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
	1	LAMPADA FLUORESCENTE	2	60	120
	2	TOMADA DE USO GERAL	5	100	500

Figura 19 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a sala.

## Varanda

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Sala	SALA	11,34	22,68
▶	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	1	100	100

Figura 20 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a varanda.

## Copa

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Sala	SALA	11,34	22,68
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
▶	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	6	100	600

Figura 21 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a copa.

## Cozinha

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Sala	SALA	11,34	22,68
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
▶	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
	1	LAMPADA FLUORESCENTE	3	60	180
	2	TOMADA DE USO GERAL	6	100	600
	3	TOMADA DE USO ESPECÍFICO	3	600	1800

Figura 22 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para a cozinha.

## Corredor

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Sala	SALA	11,34	22,68
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
▶	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	1	100	100

Figura 23 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o corredor.

## Quarto

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Sala	SALA	11,34	22,68
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
▶	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	4	100	400

Figura 24 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o primeiro quarto.

## Quarto

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Varanda	OUTROS	5,46	10,92
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
▶	Quarto	QUARTO	16,20	32,40
	Banheiro	BANHEIRO	3,60	7,20

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
	1	LAMPADA FLUORESCENTE	3	60	180
	2	TOMADA DE USO GERAL	7	100	700

Figura 25 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o segundo quarto.

## Banheiro

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Copa	COPA	9,66	19,32
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40
▶	Banheiro	BANHEIRO	3,60	7,20
	Banheiro	BANHEIRO	3,60	7,20

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	1	100	100
	4	CHUVEIRO	1	4400	4400

Figura 26 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o primeiro banheiro.

## Banheiro

Cômodos				
	Descrição	Ambiente	Área	Perímetro
	Cozinha	COZINHA	15,54	31,08
	Corredor	OUTROS	3,30	6,60
	Quarto	QUARTO	9,72	19,44
	Quarto	QUARTO	16,20	32,40
	Banheiro	BANHEIRO	3,60	7,20
▶	Banheiro	BANHEIRO	3,60	7,20

Distribuições					
	Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶	1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	60	60
	2	TOMADA DE USO GERAL	1	100	100
	4	CHUVEIRO	1	4400	4400

Figura 27 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o segundo banheiro.

Sendo apresentado acima, somente a carga do Apto 1, porém o Apto 2 e Apto 3 possuem exatamente a mesma carga. Segue na próxima figura a carga do condomínio.

Medições		Informações adicionais		
Unidade				
Descrição			Posição	
Apto 1			1	
Apto 2			1	
Apto 3			1	
▶ Condominio			1	
Cômodos				
Descrição	Ambiente	Área	Perímetro	
▶ Condominio	OUTROS	10,00	22,00	
Distribuições				
Tipo	Descrição	Qtde	Potência	Potência
▶ 1	LAMPADA FLUORESCENTE	1	100	100
1	LAMPADA FLUORESCENTE	6	60	360

Figura 28 – Tela de distribuição dos equipamentos e iluminação previsto para o condomínio.

Diante desses dados já preenchido, basta ao usuário projetista gerar o projeto selecionando a opção Gerar Projeto no menu Arquivo. Vide figura a seguir:



Figura 29 – Tela do Menu do Arquivo, mostrando a opção de geração do projeto.

Ao fazer essa operação será gerado um arquivo tipo pdf com os dados que seguem abaixo:

## QUADRO DE CARGAS

Cargas	AQUECI MENTO 4400	ILUM. FLUO. 60	ILUM. FLUO. 100	TOMADA S 100	TOMADA S 600	TOTAL (W)	FASE A	FASE B	FASE C	FAIXA
Apto 1	2	14	5	32	3	15140	7570	7570		B2
Apto 2	2	14	5	32	3	15140	7570	7570		B2
Apto 3	2	14	5	32	3	15140	7570	7570		B2
Condomin io		6	1			460	460			A1
TOTAL	6	48	16	96	9	45880	15293	15293	15294	D5

Figura 30 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Quadro de Cargas.

O quadro acima apresenta as cargas de cada apartamento e condomínio, dividindo-as por categoria (aquecimento, iluminação, tomadas) como regem as normas da concessionária de energia elétrica.

## CALCULO DE DEMANDA

### DEMANDA APARTAMENTOS

$$DA=9,083704 \times 0,39 = 3,54264456$$

### DEMANDA CONDOMINIO

$$\begin{aligned} \text{ILUM. FLUO.} \\ \text{DIC} = 460 \times 0,45 = 207 \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL} = 207$$

Figura 31 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Cálculo de Demanda.

A figura 31 apresenta o cálculo de cargas do apartamento ( através da variável DA – Demanda dos apartamentos ) usando a área média do mesmo e também a carga do condomínio ( DIC – Demanda de Iluminação do Condomínio ) separando pelas categorias. Nesse caso foi apresentado no condomínio somente o sistema de iluminação. Não tendo tomadas e outros equipamentos.

## CAIXA DE MEDICAO

- A - Apto 1
- B - Apto 2
- C - Apto 3
- D - Condominio
- 1 - Cx proteção e medição tipo CM-2
- 2 - Cx proteção e medição tipo CM-2
- 3 - Cx proteção e medição tipo CM-2
- 4 - Cx proteção e medição tipo CM-2
- 5 - Cx proteção e medição tipo CM-2
- 6 - Eletroduto de PVC 50mm
- 7 - Condutor de proteção 10,00mm<sup>2</sup>

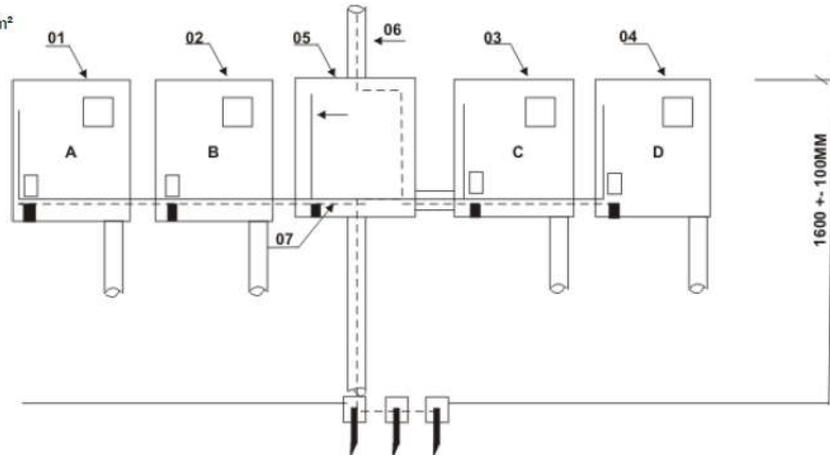


Figura 32 – Figura do documento gerado pelo sistema referente à Caixa de Medição.

A figura 32 apresenta as caixas de medição que deverão ser usadas para os medidores de cada apartamento e condomínio. Definindo o tipo de caixa, eletrodutos e condutores.

## DIAGRAMA UNIFILIAR GERAL

- 1 - Poste da CEMIG
- 2 - Ramal de ligação - XXXXXX
- 3 - Caixa ZB
- 4 - Condutor de proteção 10,00 mm<sup>2</sup>
- 5 - Disjuntor 120
- 6 - Condutor 6,00
- 7 - Disjuntor 40
- 8 - Condomínio

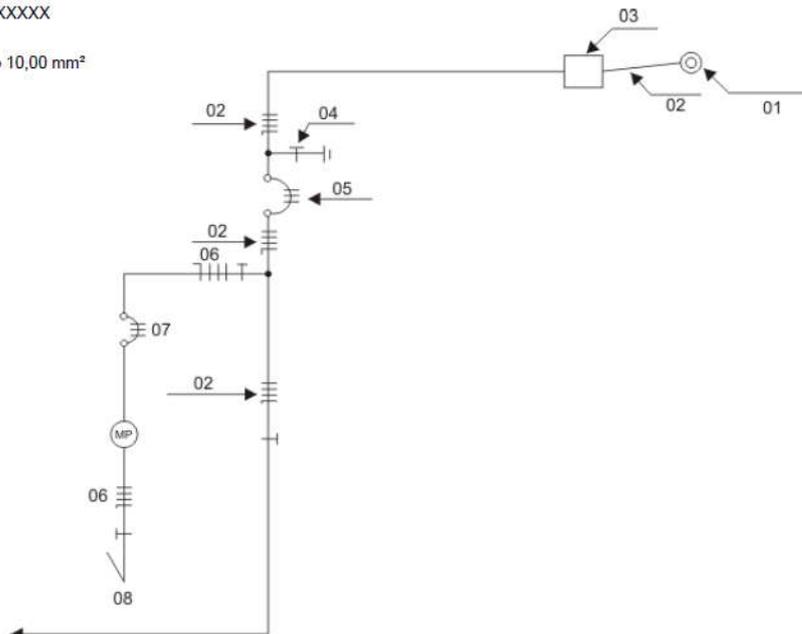


Figura 33 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Diagrama Unifilar Geral.

A figura 33 mostra o diagrama unifilar, informando a quantidade de fases para atender apartamentos e condomínio, assim como disjuntores necessários e bitola do condutor.

### DIAGRAMA UNIFILIAR - APARTAMENTOS

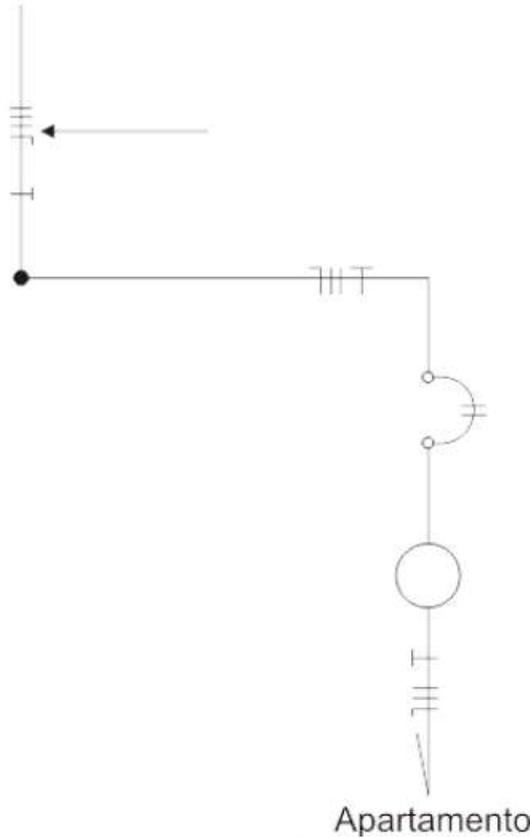


Figura 34 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Diagrama Unifilar de um apartamento.

A figura 34 mostra o diagrama unifilar por apartamento. Sendo que cada andar possui um apartamento esse diagrama é o mesmo para todos os apartamentos, como já foi explicado.

## DETALHE DAS CAIXAS

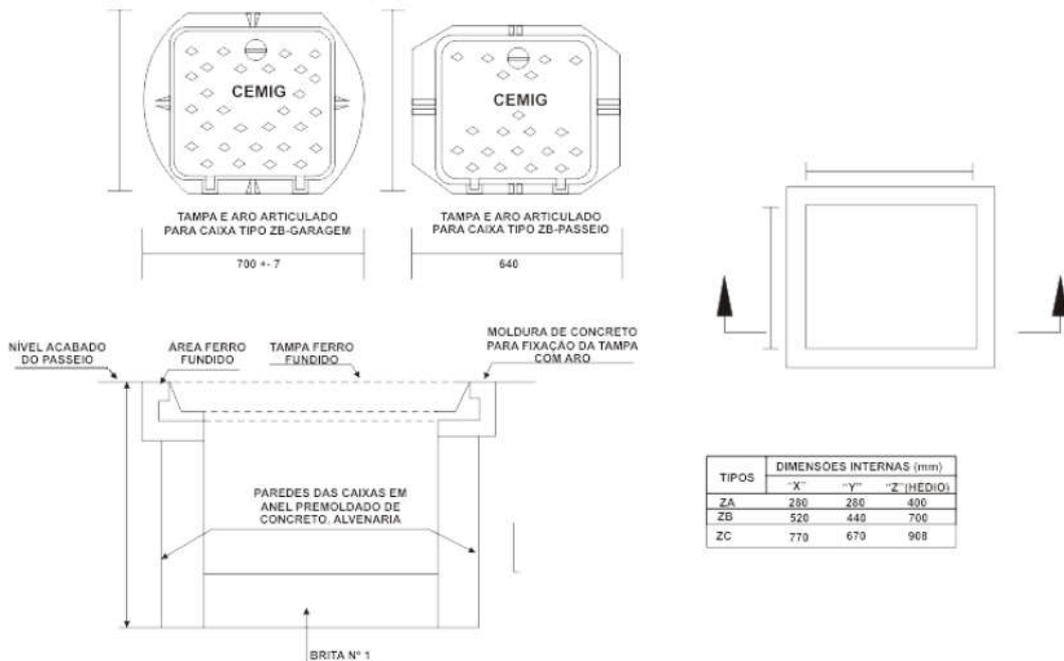


Figura 35 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Detalhe das Caixas.

A figura 35 mostra o tipo de caixa que deverá ser usada para entrada do ramal subterrâneo, com as informações necessárias sobre a mesma.

## DETALHES DO RAMAL SUBTERRANEO

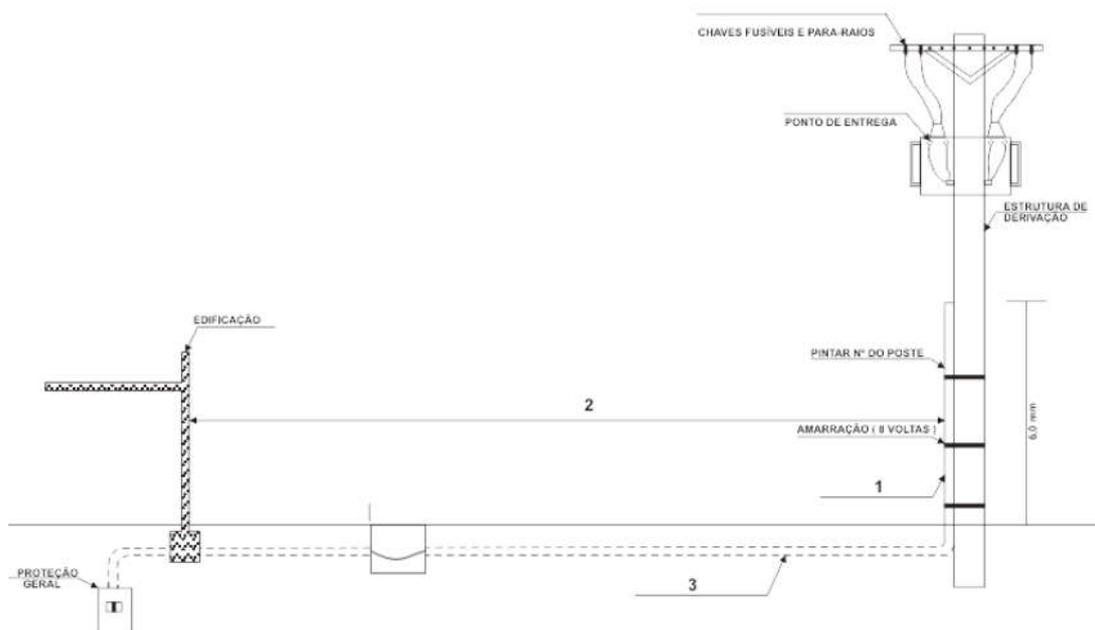


Figura 36 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Detalhe do Ramal Subterrâneo.

A figura 36 mostra o detalhe do ramal subterrâneo. Onde está o poste e onde está a construção.

## CORTE ESQUEMÁTICO - PRUMADAS

- A- Terreo
- B - Apto 1
- C - Apto 2
- D - Apto 3
- 1- Centralizador
- 2 - Medidor ( Apto 1 )
- 3 - Medidor ( Apto 2 )
- 4 - Medidor ( Apto 3 )

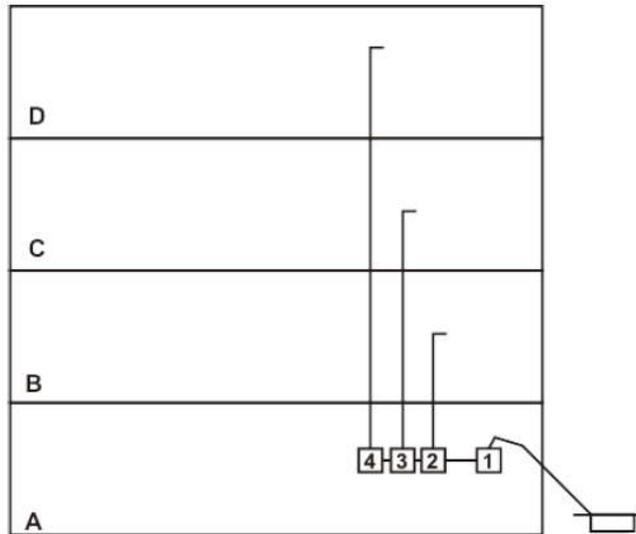


Figura 37 – Figura do documento gerado pelo sistema referente ao Corte Esquemático - Prumada.

A figura 37 apresenta o corte esquemático, ou seja, cada fio atendendo cada apartamento, originando da caixa subterrânea.

Estando com estes documentos em mãos o profissional pode apresentar à concessionária para solicitar análise e posterior aprovação para em seguida começar a obra.

## CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO

A realização deste trabalho teve como objetivo principal a otimizar o tempo do profissional da engenharia na criação de projetos elétricos de padrão externo urbano de ramal subterrâneo.

Por meio das ferramentas de desenvolvimento de software como a linguagem de programação .net e o c# foram implementadas as rotinas necessárias para que seja criados projetos elétricos que atendessem as normas regulamentadoras da ABNT NBR5410 e da concessionária de energia elétrica. Assim o sistema criado é capaz de identificar as necessidades do proprietário de um imóvel e ajudar ao projetista ou engenheiro a se adequar para atendimento das normas com segurança e confiabilidade, o que é totalmente desejável para a criação do projeto elétrico da edificação.

Com os testes elaborados pôde-se analisar a eficácia do sistema ao receber dados de uma determinada obra e gerar quadro de cargas, cálculo de demanda, caixa de medição, diagrama unifilar geral, diagrama unifilar apartamentos, detalhes das caixas, detalhe do ramal subterrâneo e corte esquemático. Levando em consideração o tempo necessário para a criação de todos estes documentos pode-se concluir que o software proporciona uma maior produtividade.

O grande mérito na construção desse trabalho é a possibilidade da criação de projetos elétricos de padrão externo, seguindo rigidamente normas pré-estabelecidas pelos órgãos competentes. Esse trabalho apresenta uma solução específica e eficaz, porem limitada a uma determinada concessionária e tipo de projeto, apresentando-se como trabalhos futuros a complementação desse software que venha gerar projetos elétricos de padrão externo rural, não residencial, com cargas além 75 kw.

Outro trabalho futuro seria a ampliação para especificar outros tipos de projetos e para atender normas de outras concessionárias de energia elétrica de outras localidades.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1024X768>> Acesso: 25 out 2009

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Disponível em: [http://www.abnt.org.br/downloads/conheca\\_abnt/historicoabnt.pdf](http://www.abnt.org.br/downloads/conheca_abnt/historicoabnt.pdf)> Acesso: 25 out 2009

CALVIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. Instalações Elétricas Prediais. 15. ed. Local de publicação: Editora Érica Ltda, 2006.

CEMIG 0211 – CM/CE-199 – Manual de Instalações Residências – dezembro/2003  
Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/>> Acesso: 10 out 2009

CÓDIGO FONTE.NET – Código Fonte.net > Dicas de C# - Disponível em <<http://www.codigofonte.net/dicas/csharp>> Acesso 15 ago 2009

CSHARP BRASIL – Disponível em <<http://www.csharpbr.com.br/>> Acesso: 05 ago 2009

C# BRASIL – Disponível em: <<http://csharpbrasil.com.br/>> Acesso: 20 ago 2009

GRIEP, Gilmar Reus - TCC – Projeto Elétrico Residencial – Senai / Jaraguá do Sul, 2007

GEORGINI, M. Automação Aplicada: descrição e implementação de sistemas seqüências com PLC's. 9. Ed. Tatuapé. SP.: Ed. Érica, 2003. 217p.

HOLANDA, Nilson, Planejamento e projetos, APEC, Rio de Janeiro, 1975.

IMASTERS – C# NET – Disponível em: <<http://imasters.uol.com.br/secao/csharp/>> Acesso: 16 set 2009

LACOMBE, Mariana Guimarães Masset . O ser humano e a máquina . 2004. (Apresentação de Trabalho/Seminário).

LIMA, Edwin; REIS, Eugênio. C# e.Net – Guia do Desenvolvedor. Campus, 2002.

LINHA DE CÓDIGO – C#, Csharp – Disponível em <<http://www.linhadecodigo.com.br/CSharp.aspx>> Acesso: 15 ago 2009

VISUAL C# DEVELOPER CENTER, Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/pt-br/vcsharp/default.aspx>> Acesso: 15 set 2009