

SENDI 2004

XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Curso de Eletricista Instalador Predial: Um Projeto Social da Área de Distribuição da Cemig

Autores: Gilberto José Rigotto Junior – Cemig rigotto@cemig.com.br
Alexandre Sales Braz – Cemig
Sebastião Vidigal Fernandes Junior – Cemig
João Luiz de Oliveira Gomes – Cemig
Hely Silva – Cemig
Júlio Madureira – Cefet

Palavras-chave: Responsabilidade social; responsabilidade empresarial; sustentabilidade; curso de eletricista

Resumo

O Curso de Eletricista Instalador Predial – Ceip nasceu de uma motivação pessoal de criação de condições sustentáveis de ascensão social para pessoas sem acesso aos meios formais de educação devido a fatores sociais crônicos. Foi desenvolvido sob o apoio e dentro do Projeto Asin - Ações Sociais Integradas – nome genérico de vários grupos de voluntários da Cemig, que desenvolvem várias ações e projetos sociais. Destina-se a pessoas carentes principalmente de formação profissional, de baixo nível educacional e em condições precárias de acesso ao mercado de trabalho. É constituído de parte teórica e parte prática, restringindo os conhecimentos ministrados ao estritamente necessário ao desempenho de tarefas de execução de instalações elétricas prediais. São treinados aspectos simplificados de projeto e cálculo, visando facilitar o reconhecimento e leitura de projetos prediais, abrindo a possibilidade de aprofundamento para algum aluno que se desenvolva na profissão. O curso encontra-se padronizado e amadurecido, com toda a seqüência básica de aulas definida, assim como prova de seleção, exercícios para casa, avaliações, e bibliografia. Para a parte prática foram concebidos e montados painéis para montagem de instalações simuladas. Há possibilidade de multiplicação e aprimoramentos. Os alunos são incentivados a se organizar e criar associações e cooperativas de prospecção de oportunidades de trabalho. O instrutor encontra desafios e

oportunidades de crescimento pessoal, contribuindo para recuperação e manutenção de sua auto-estima, o que reflete positivamente no clima empresarial e no relacionamento interpessoal.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho voluntário no âmbito empresarial nasce primeiro de motivações pessoais e se desenvolve ao encontrar terreno fértil em projetos e ações corporativas, nos quais a estrutura da empresa pode ser usada como facilitadora no sentido de reunir pessoas e condições dificilmente disponíveis em outras associações como comunidades de bairro, ONGs e demais grupos voltados ao trabalho social.

O Projeto Asin – Ações Sociais Integradas – fornece a empregados da Cemig a oportunidade de trabalho desse tipo, com ganhos significativos para a empresa nos aspectos motivacional, de clima empresarial, auto-estima, crescimento individual e coletivo. Dentro desse ambiente prolífico criou-se o Curso de Eletricista Instalador Predial – Ceip – aproveitando a experiência adquirida no trabalho e na profissão de técnicos e engenheiros eletricitas, dentro e fora da empresa.

2. OBJETIVO

O principal objetivo do Ceip é a criação de condições sustentáveis de inserção no mercado de trabalho para pessoas socialmente excluídas, cujas possibilidades no atual contexto social brasileiro apontam para o trabalho informal e a criminalidade. O Ceip procura fornecer um mínimo de uma educação especializada, tendo em vista que a sociedade brasileira, representada pelos governos e instituições oficiais, não exerce ainda, de forma abrangente, seu papel de formação profissional.

Ao final do curso é conferido certificado aos alunos que preencherem os critérios de aprovação, contendo informações sobre o curso como carga horária e conteúdo, logotipo do Asin-Cemig e assinatura dos instrutores e coordenador do grupo de voluntários.

3. DURAÇÃO DO CURSO

O curso tem duração de 4 meses, 96 horas-aula, com aulas aos sábados de 8:00 às 12:00.

4. ESCOLHA DO LOCAL

O local de realização não é fixo, é escolhido em função de facilidade de deslocamento dos alunos. Centros de referência, salões paroquiais, ONGs. Geralmente são locais que possuem salas adequadas ao curso, com a vantagem de que as pessoas da comunidade local já os conhecem e frequentam. As exigências relativas ao local de realização são poucas: uma sala de aula para 25 pessoas, com carteiras adequadas para as atividades e tomadas elétricas de 127 V 100 W para possibilitar a realização de aulas práticas.

Os voluntários do projeto Asin se reúnem periodicamente para acompanhamento dos diversos projetos, estabelecendo ações futuras e criando maneiras de angariar recursos para financiar esses projetos. Nessas reuniões são apresentadas entidades candidatas e são escolhidas as que melhor se encaixam nas condições necessárias ao curso. Outras pessoas que tomam conhecimento do curso

através da mídia empresarial e informações trocadas entre os funcionários também trazem locais candidatos.

Até julho de 2004 foram realizadas duas edições do curso, em locais sugeridos pelos voluntários, que, após avaliação, se mostraram adequados. Pode haver novas edições nesses locais, porém acredita-se que há tendência de saturação da comunidade local de candidatos em condições de seguir o curso com aproveitamento.

As necessidades do curso em relação ao local são:

- Uma sala de aula, com carteiras ou mesas e cadeiras em quantidade suficiente ao número de pessoas pretendido e que permitam ao aluno abrir um caderno, fazer anotações, traçar gráficos e desenhos, consultar livros e armazenar material didático;

- Instalações sanitárias;

- Quadro branco para marcador ou lousa para giz;

- Parede para projeção de transparências;

- Tomadas elétricas de 127 V 100 W para conexão de retro-projetor e aulas práticas.

O curso não tem nenhuma orientação ou cunho religioso, mas observou-se que locais com essa característica, independente da religião em si, trazem maior serenidade e clima adequados às atividades desenvolvidas.

5. DIVULGAÇÃO, INSCRIÇÕES E SELEÇÃO

Após definição do local, é divulgada com antecedência para a comunidade a abertura das inscrições, além de informações básicas quanto à duração, conteúdo, exigências relativas ao perfil dos candidatos, critérios de aprovação final e período de realização. A seleção é então realizada e consiste em análise de informações fornecidas na inscrição e no resultado obtido na prova seletiva.

6. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ALUNOS

Os critérios de seleção levam em consideração conhecimentos mínimos de aritmética para solução de problemas matemáticos simples, idade mínima de 14 anos e principalmente, como critério de desempate, pessoas mais necessitadas, arrimos de família e pessoas com menos formação profissional.

A idade mínima é colocada porque o curso utiliza a experiência de vida acumulada pelos alunos para o aprendizado de conceitos físicos complexos, como uma maneira de simplificar as noções e contornar o problema da falta de escolaridade ou de conhecimentos científicos oriundos da educação formal.

Não é critério de seleção a escolaridade, mas sim os conhecimentos mínimos acumulados necessários ao acompanhamento e aproveitamento do curso. Nos dias correntes escolaridade não significa conhecimento, pois há pessoas com nível médio concluído incapazes de compreender um texto ou realizar cálculos envolvendo as quatro operações básicas.

A prova de seleção é feita de maneira a avaliar a capacidade do candidato de realizar as quatro operações aritméticas básicas, sua capacidade de identificar em uma tabela determinado valor em função de informações fornecidas e sua capacidade cognitiva, lendo um pequeno texto e escrevendo com suas próprias palavras sua compreensão do conteúdo lido.

Uma preocupação que se deve levar em conta é relativa a candidatos superqualificados para o curso, que podem ocupar uma vaga em detrimento de uma pessoa mais necessitada. Para detectar essa distorção é incluída uma questão técnica que pode ser resolvida apenas por alguém com bons conhecimentos científicos da área de eletrotécnica, como técnicos, estudantes de engenharia ou pessoas com excelente base escolar. Ao ser identificado um candidato com este perfil, sua admissão no curso deverá ser condicionada à existência de vaga devido ao não preenchimento de todas as vagas existentes. Por outro lado, mesmo que tenha boa escolaridade, isto não quer dizer que não se trate de pessoa carente, a quem o curso poderá ter frutos inusitados. Essas pessoas, no futuro, poderão se tornar multiplicadores do curso, em função de habilidades desenvolvidas nele e como resultado de sua experiência profissional.

Igualmente importante é deixar absolutamente claro para os candidatos de que não se trata de um curso para admissão na empresa da qual os instrutores são funcionários, pois estes são apenas voluntários de ações sociais ligados a ela, e que seu trabalho é desprezado de qualquer possibilidade de ingresso. Entretanto, tem-se notícia de muitas pessoas que seguiram nos estudos e conseguiram colocação no mercado e em grandes corporações, apoiando seu crescimento na profissão desenvolvida com base em cursos semelhantes.

Na primeira edição do curso cometeu-se o erro de deixar para os administradores do local realizar a seleção, o que levou ao preenchimento de vagas por pessoas ligadas à administração e sem critérios. Na segunda edição houve 55 inscrições, das quais 32 compareceram à prova de seleção. O número de vagas foi limitado a 25 devido à capacidade do local, sendo este o número de aprovados. Houve 6 desistências durante o curso e, ao final, 17 receberam o certificado. Nas duas edições do curso houve desistência em torno de 30 % durante o curso.

7. CONTEÚDO DO CURSO

Mesmo com a seleção filtrando as pessoas com conhecimentos mínimos de aritmética, foi identificada a necessidade de se realizar revisão desses conceitos, e até mesmo indo além. Para os cálculos realizados por projetistas e executores práticos são necessários conhecimentos como arredondamento de números calculados e reconhecimento de múltiplos e submúltiplos como kilo (k), mega (M), fundamentalmente. Um exemplo é a unidade de medição de energia – kWh, kilo-watt-hora. Assim, é necessário prever ao menos uma aula só para lidar com cálculos e identificação de múltiplos e submúltiplos. Os cálculos são realizados com calculadoras, atualmente muito baratas, porém os alunos demonstraram necessidade de prática no seu uso e no aprendizado de técnicas de arredondamento da grandeza calculada e seus efeitos no dimensionamento dos componentes do projeto.

O conteúdo do curso foi dividido em duas partes: teórica e prática, com base nas seguintes referências.

*Manual de Instalações Residenciais*¹ Este manual foi produzido pela área de Distribuição da Cemig, e é a principal referência do curso para a parte teórica.

*Manual do Instalador Residencial*² Livro do Professor Hélio Creder, voltado para o eletricitista prático, orienta o instrutor com relação à maneira de ministrar conhecimentos de maneira fácil de ser compreendida, além de conter toda a seqüência teórica, tabelas e ábacos para dimensionamento de projetos elétricos de instalações prediais.

*ND 5.1 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais*³ Norma de Distribuição da Cemig, fixa os requisitos mínimos para entradas de energia elétrica em instalações individuais a partir de redes aéreas.

*ND 5.2 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Coletivas*⁴ Norma de Distribuição da Cemig, fixa os requisitos mínimos para entradas de energia elétrica em edificações em uso coletivo, agrupadas e geminadas, a partir de redes aéreas.

*PEC 11 Manual do Consumidor – Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada*⁵ Este manual da Cemig orienta os consumidores na aquisição de materiais para construção dos padrões de entrada de energia.

*Instalações Elétricas Residenciais*⁶ Material da Elektro/Pirelli útil para cursos dessa natureza, em linguagem simples e acessível, contendo ilustrações e conceitos pragmáticos e mnemônicos, disponível gratuitamente na internet.

8. CONTEÚDO TEÓRICO

Apesar de ser um curso destinado a formar pessoas para trabalhar na execução de projetos elétricos prediais, entende-se que um bom profissional deve ser crítico com relação aos seus aspectos dimensionais, uma vez que é a última fronteira para seu sucesso.

Assim, é dedicada atenção à base teórica, cuidando de levar os alunos a uma compreensão física dos fenômenos elétricos e seu cálculo, de maneira simplificada. Os conceitos são apresentados de maneira mnemônica, objetivando fixar a maneira de realizar os cálculos em função da grandeza a ser calculada. Tais conceitos e cálculos são treinados exaustivamente ao longo de mais da metade do curso, de modo a facilitar a compreensão da parte prática. Abaixo uma lista do conteúdo teórico.

- Constituição da matéria: o átomo e seus componentes;
- Definições e cálculos: tensão, corrente, resistência, potência e energia elétrica;
- Funcionamento simplificado de lâmpadas, chuveiros, eletrodomésticos, transformadores, motores, geradores;
- Leitura e conexão de voltímetro e amperímetro;
- Leitura de medidores de energia;

Projeto de instalações prediais

- Representação de equipamentos;
- Leitura de projetos elétricos e plantas prediais;
- Reconhecimento e cálculo de circuitos e diagramas elétricos;
- Dimensionamento de: condutores; disjuntores; eletrodutos; quadro de potência instalada; quadro de distribuição de circuitos:
 - Critério de capacidade de condução de corrente;
 - Critério de queda de tensão;
- Distribuição em plantas prediais de quadros de circuitos; tomadas; interruptores; caixas de passagem; three way;
- Padrão de entrada de energia de instalações prediais: NDs 5.1 e 5.2.

O conteúdo teórico inicia-se com um estudo da constituição da matéria, apresentando o conceito de corrente elétrica como o movimento de elétrons de átomo em átomo e a razão pela qual alguns materiais são bons condutores e outros maus condutores.

O conceito de tensão elétrica é relacionado com o de diferença de potencial entre duas caixas d'água em diferentes níveis, provocando a força que leva ao movimento da água em direção à de menor altitude, ou menor potencial. O fluxo de água é relacionado á corrente elétrica e o diâmetro do cano à resistência do condutor. Um registro colocado entre as caixas d'água seria como um interruptor (*figura 1*).

O conceito de potência elétrica é apresentado como a capacidade de transformar energia elétrica em algo tangível, como luz e calor. A energia é relacionada ao consumo de potência ao longo do tempo, exemplificada através das contas de energia em relação ao uso de chuveiros, lâmpadas, geladeiras, ferros elétricos. Esta parte apresenta especial dificuldade para os alunos.

Evita-se comentar conceitos mais aprofundados como ângulos, potência ativa e reativa, impedância, indutância, capacitância, frequência e assim por diante, de modo a concentrar nos conceitos puramente necessários ao projeto elétrico predial, assumindo as aproximações de que as grandezas de corrente alternada são calculadas como se fossem de corrente contínua. A curiosidade dos alunos é satisfeita citando que há aprofundamentos a serem feitos, inclusive ilimitadamente, em função do grau de estudo a que eles se proponham. Todos os cálculos são feitos como se fosse corrente contínua, simplificação que acarretará erros, que são admissíveis dentro de certos limites no cálculo de instalações prediais.

Uma maneira mnemônica de se apresentar a forma matemática da Lei de Ohm é através do chamado “triângulo do REI”, muito comum em cursos de eletricidade prática ou básica. A grandeza que se deseja calcular é suprimida do triângulo e as que restarem serão usadas para o cálculo, com as posições representando divisão ou multiplicação.

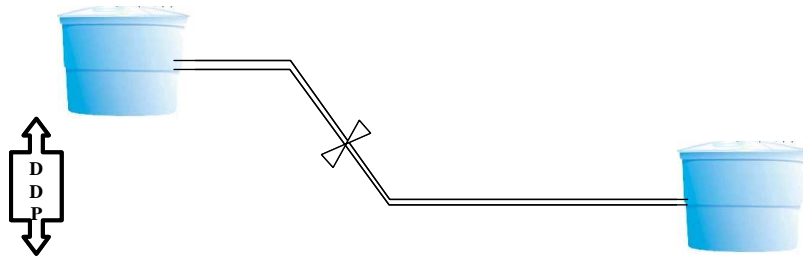


Figura 1 Analogia entre Diferença de Potencial Elétrico e Diferença de Potencial Gravitacional

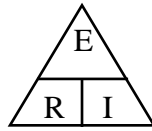


Figura 2 “Triângulo do REI”

Esse mesmo triângulo é utilizado para cálculo de correntes e potências, dada a tensão e uma das demais, segundo a fórmula $P = VI$, aproximada para CA utilizando o conceito de CC.

Após esta parte inicial, o curso volta-se totalmente ao projeto elétrico, apresentando aos alunos a representação dos diversos componentes do projeto e a razão do simbolismo utilizado. Este simbolismo é treinado juntamente com a parte teórica final, representada pelos quadros de carga instalada e de circuitos.

Os critérios de dimensionamento de condutores pela capacidade de condução e queda de tensão são treinados com base nas tabelas existentes nas bibliografias e utilizando a experiência prática dos participantes. A esta altura do curso é possível realizar este dimensionamento através de cálculos, porém toda a instalação é padronizada por razões econômicas, e facilitam ao projetista a determinação de condutores, separação de circuitos e chaves termo-magnéticas. Assim, sempre haverá um circuito para cada chuveiro^I de condutor pelo menos # 10 mm² e chave 60 A, um para iluminação^{II} de condutor # 1,5 mm² e chave 20 A, um para tomadas gerais^{III} de condutor # 2,5 mm² e chave 30 A e um para geladeiras e freezers^{IV} de condutor # 2,5 mm² e chave 30 A. Neste particular o mais importante é a bitola do condutor, variando-se o número de circuitos e a chave, em função da carga utilizada e da distância ao QDC.

Para o cálculo de queda de tensão é utilizado o método do momento elétrico ¹ Na referência ² este cálculo é feito com a grandeza potência, porém os números ficam muito extensos, sendo dada preferência ao cálculo do momento elétrico utilizando a corrente em Amperes ¹. Esse cálculo pode se tornar muito complexo, caso seja feito por trecho dos circuitos, por isso a carga é considerada concentrada na extremidade do circuito, conservativamente.

A necessidade de aterramento é apresentada como preventiva ao choque elétrico, enfatizando seus efeitos sobre o corpo humano de modo a despertar no aluno a consciência da sua importância e da proteção individual durante a execução da instalação.

^I Chuveiro de 6.000 W em 127 V com 3 condutores embutidos, segundo referência [1], até 15 metros do QDC.

^{II} Até 2.000 W em 127 V com 3 condutores embutidos até 7 metros do QDC.

^{III} Até 2667 W em 127 V com 3 condutores embutidos até 8,6 metros do QDC.

^{IV} Uma geladeira e um freezer de aproximadamente 600 W cada a 20 metros do QDC.

A última aula é dedicada ao padrão de entrada de energia. São apresentadas as exigências da Cemig quanto ao padrão, os critérios de escolha e dimensionamento, as normas de distribuição de instalações aéreas de edificações individuais e coletivas e o manual específico³⁴⁵.

9. CONTEÚDO PRÁTICO

O conteúdo prático é apresentado abaixo.

- Execução (instalação) de projeto predial
 - Quadro de distribuição de circuitos (QDC);
 - Identificação e conexão de condutores fase, neutro e retorno;
 - Emendas
 - Lâmpadas incandescentes e fluorescentes;
 - Eletrodutos, canaletas;
 - Tomadas;
 - Interruptores;
 - Chuveiros;
 - Conexões mecânicas, solda, isolamento, aterramento;
 - Passagem de condutores em eletrodutos;
 - Disjuntores.
- Segurança
 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
 - Cuidados na execução.
- Equipamentos do electricista: alicate, chave de fenda, canivete, sonda, fita isolante.

As aulas práticas levam o aluno a ter contato com as ferramentas utilizadas pelo electricista, com a execução de emendas, soldagens, conexões, ligação de tomadas, interruptores, chaves e demais equipamentos elétricos de instalações prediais. Há uma aula destinada ao aprendizado de emendas e conexões com condutores de diversas bitolas, uma para execução de instalação simulada em painéis especialmente construídos para isso e uma ou mais para execução de reforma total ou parcial da instalação elétrica local.

Foram construídos 5 painéis para treinamento em execução de instalação simplificada (*figura 3*). O painel consiste de 1 quadro (QDC) para até 6 disjuntores, 1 caixa sextavada para luminária incandescente, 4 caixas 2x4 e 3 caixas 4x4, interligados por eletrodutos de 3/4” fixados através de abraçadeiras na base de madeira. Suas dimensões são 60x60 cm, montado sobre uma base em pinho. As caixas e eletrodutos são de PVC e a madeira foi selecionada com o objetivo de reduzir o peso. As dimensões foram reduzidas ao máximo devido ao peso e para que seja gasto o mínimo possível de condutores nas montagens.



Figura 3 Painel de Treinamento em Execução de Instalação Elétrica

Previamente à aula prática de montagem do painel é passado um exercício para casa no qual o aluno distribui os condutores em um projeto semelhante à instalação do painel, considerando divisão em circuitos, fio terra, tomadas gerais e especiais, interruptores simples e three-way, para ser entregue no dia da aula prática. No início dessa aula é corrigido o exercício no quadro e então os alunos, divididos em grupos, realizam as montagens. Os painéis são utilizados também na prova final, que consiste em parte teórica, com cálculo de correntes, dimensionamento de condutores e representação desses condutores no projeto e parte prática, executando o projeto gerado. Na figura 4 é mostrado um exemplo de questão utilizada na prova final, que resultou na montagem da figura 3.

A parte prática finaliza-se com a aula utilizando o painel para montagem e com a aula em que é realizada a reforma da instalação elétrica do local do curso. A reforma é restringida ao estritamente necessário para melhoria básica do funcionamento elétrico geral, sem a pretensão de tornar a instalação perfeita em termos de projetos prediais, por razões de economia e pragmatismo, devido aos recursos sempre escassos uma vez que é custeada pelo Projeto Asin. Em geral são necessários: substituição de condutores principais, muitas vezes abaixo do diâmetro necessário, por condutores de maior bitola, devido à excessiva queda de tensão e perdas. Executa-se também divisão em circuitos, separando principalmente chuveiros, geladeiras e máquinas. É feita ainda instalação de eletrodutos externos, embutindo condutores expostos, reconexão/soldagem de emendas frouxas, com sobreaquecimento ou com fuga para a terra. Antes da realização da reforma é medida a tensão em tomada de fim de circuito com todos os equipamentos elétricos ligados para comparação com a medição após execução dos serviços. Assim o aluno compreende o significado de queda de tensão nos condutores, unindo os conhecimentos adquiridos nas partes prática e teórica.

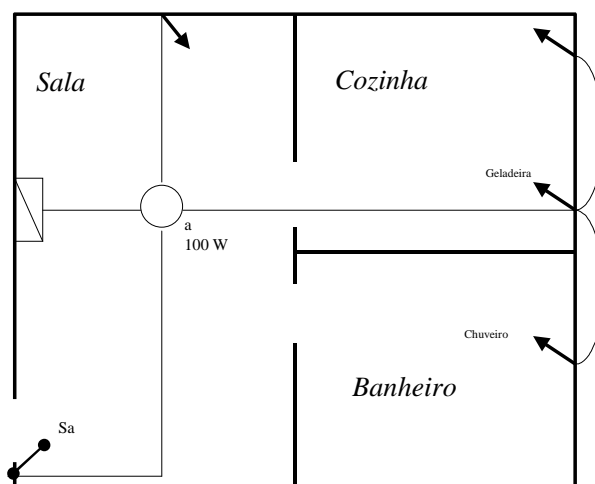


Figura 4 Planta com QDC, Eletrodutos, Lâmpada, Interruptor e Tomadas.

Na tabela 1 consta a lista de material e o preço para montagem de 5 painéis para aula prática de execução de instalação elétrica predial. Nas montagens foram utilizados apenas condutores de # 1,5 e 2,5 mm², para baratear o investimento inicial, mas podem ser utilizados condutores reais de # até 10 mm², em função do eletroduto de ¾ “. Foram adquiridos 4 disjuntores para cada painel, limitando a esse número de circuitos.

Tabela 1 Material Utilizado na Confeção dos Painéis

| Material | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
|--|------------|----------------|-------------------|
| Peça de pinho de 30 x 2,5 x 62 cm | 8 | R\$ 10,00 | R\$ 80,00 |
| Disjuntor 1 x 10 A | 20 | R\$ 3,79 | R\$ 75,80 |
| QDC para 6 disjuntores | 5 | R\$ 5,91 | R\$ 29,55 |
| Caixa de PVC 2 x 4 | 20 | R\$ 0,26 | R\$ 5,20 |
| Caixa de PVC 4 x 4 | 15 | R\$ 0,64 | R\$ 9,60 |
| Caixa de PVC sextavada | 5 | R\$ 0,88 | R\$ 4,40 |
| Eletroduto de PVC 3/4" x 3 m | 3 | R\$ 3,89 | R\$ 11,67 |
| Abraçadeira galvanizada p/ eletroduto 3/4" | 50 | R\$ 0,31 | R\$ 15,50 |
| Bucha de alumínio p/ eletroduto 3/4" | 130 | R\$ 0,16 | R\$ 20,80 |
| Tarracha rápida esmaltada 3/4" | 1 | R\$ 3,44 | R\$ 3,44 |
| Parafuso galvanizado auto-atarrachante 4,2 x 13 mm | 150 | R\$ 0,04 | R\$ 6,00 |
| Parafuso galvanizado auto-atarrachante 4,2 x 19 mm | 25 | R\$ 0,07 | R\$ 1,75 |
| Tomada universal redonda sem placa | 15 | R\$ 3,10 | R\$ 46,50 |
| Interruptor 1 SS sem placa | 10 | R\$ 2,97 | R\$ 29,70 |
| Interruptor 1 SP sem placa | 10 | R\$ 4,24 | R\$ 42,40 |
| Base 4" para globo | 5 | R\$ 0,76 | R\$ 3,80 |
| Lâmpada incandescente 127 V 100 W | 5 | R\$ 1,01 | R\$ 5,05 |
| Receptáculo porcelana latão | 5 | R\$ 0,81 | R\$ 4,05 |
| Fita isolante 19 x 20 m | 1 | R\$ 2,50 | R\$ 2,50 |
| Tomada de linha 2 pólos + Terra | 5 | R\$ 5,59 | R\$ 27,95 |
| Rolo 100 m cabo flexível # 1,5 mm ² preto | 1 | R\$ 34,05 | R\$ 34,05 |
| Cabo flexível # 1,5 mm ² vermelho em metros | 50 | R\$ 0,36 | R\$ 18,00 |
| Cabo flexível PE verde # 1,5 mm ² em metros | 50 | R\$ 0,36 | R\$ 18,00 |
| Lâmina de serra | 1 | R\$ 2,52 | R\$ 2,52 |
| Total | | | R\$ 498,23 |

Os painéis foram montados pelos próprios alunos em aula prática adicionada ao curso para esse fim.

A tabela 2 apresenta a seqüência de aulas básica do curso.

Tabela 2 Seqüência de Aulas

| Aula | Assuntos abordados |
|------|---|
| 1 | Estrutura da matéria: o átomo: constituição (núcleo, prótons, neutrons e elétrons); origem da palavra eletricidade. |
| | Definição de: corrente elétrica (analogia com corrente de bicicleta); tensão (analogia com caixas d'água); resistência; unidades; o gerador; diferença entre CA e CC. |
| | Lei de Ohm: fórmula; triângulo do REI. |
| | Cálculos de corrente e resistência dada a tensão. |
| | Efeitos do choque elétrico. |
| 2 | Solução dos exercícios para casa. |
| | Repassar cálculos e definições de corrente, tensão e resistência. |
| | Conceito de potência; fórmula $P=VI$; exemplo chuveiro, calcular a corrente e potência; exemplo lâmpada. |
| | Circuitos série e paralelo: características de corrente e tensão: posição de interruptores; introdução de conceitos de queda de tensão; somatória de correntes, potências; cálculo de corrente por ramo e total. |
| 3 | Repassar cálculos e definições de potência. |
| | Solução dos exercícios para casa. Ênfase no circuito paralelo: soma de correntes, soma de potências, tensão igual nos elementos do circuito. |
| | Múltiplos e submúltiplos (kilo, mega, mili, micro) |
| | Energia elétrica: definição, unidade, cálculo |
| 4 | Introdução a projetos elétricos: representação de tomadas, luminárias incandescentes e fluorescentes, interruptores, QDC, bitolas de condutores e eletrodutos, fase, neutro, retorno, terra e divisão de circuitos. |
| | Ligação correta de interruptores e lâmpadas, tomadas, chuveiros. |
| | Divisão de circuitos: porque e como fazer. |
| 5 | Instalações elétricas: reconhecimento de plantas. |
| | Levantamento de áreas, perímetros, cargas elétricas. |
| | Quadro de cargas |
| 6 | Divisão de circuitos: dimensionamento de condutores, critério de condução de corrente; separação de lâmpadas, chuveiros, tomadas, geladeiras. |
| | Definição de condutores pelo critério de condução de corrente: uso das tabelas |
| 7 | Cálculo de queda de tensão pelo método do momento elétrico de corrente. |
| 8 | 1a prova |
| 9 | Aula prática: emendas, ligação de lâmpadas fluorescentes; circuitos série e paralelo. |
| 10 | QDC: separação de circuitos, localização. |
| | Dimensionamento de chaves termomagnéticas |
| | Three way e four way. |
| 11 | Aula prática: montagem de instalação simulada em painel. |
| 12 | Execução de instalação no local do curso |
| 13 | 2a prova |
| 14 | Palestra "Padrão de energia"; Entrega de certificados; Encerramento. |

10. CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO

Com o objetivo de criar um comprometimento do aluno com o curso, foram definidos os critérios de aprovação abaixo. O aluno é considerado aprovado se obtiver um mínimo de 65 pontos.

- Trabalhos para casa: 20 pontos.
- Frequência: 20 pontos.
- 2 Provas: 20 pontos cada, total 40 pontos.
- Comportamento: 10 pontos.
- Desempenho na execução da instalação: 10 pontos.

11. AVALIAÇÕES

A primeira avaliação é somente teórica e visa avaliar a compreensão do aluno dos conceitos básicos ministrados e cálculos simplificados de corrente, dada tensão e potência e dimensionamento de condutores apenas consultando uma tabela de capacidade de condução. Outro aspecto avaliado é o preenchimento do quadro de potência instalada e quadro de circuitos, dado um projeto pronto. Esse método avalia, além da sua capacidade de solução desses problemas simplórios, a leitura e entendimento de representações usuais de projetos elétricos prediais.

A segunda avaliação é dividida em parte teórica e prática, com utilização dos painéis de simulação e foco nos aspectos gerais do projeto. É fornecido um pequeno projeto, como o da figura 4, para que os alunos preencham o quadro de potência instalada por cômodo, quadro de distribuição de circuitos, indiquem os condutores no projeto e depois realizem a montagem.

12. TRABALHOS PARA CASA

Ao final de todas as aulas é passado um exercício para casa treinando os aspectos tratados em sala e preparando para a aula seguinte. No início de cada aula são recolhidos os exercícios, avaliados e devolvidos aos alunos. O aluno que tenta fazer o para casa recebe o crédito por isso, não importa os erros e acertos. Deve ser dada atenção a esses trabalhos, pois indicam os pontos fortes e fracos da turma, a serem corrigidos em sala de aula.

13. RECURSOS NECESSÁRIOS À REALIZAÇÃO DO CURSO

Além dos recursos materiais descritos acima, é necessário um retroprojetor e transparências geradas a partir de páginas selecionadas da bibliografia. No início do curso é distribuído um kit para os alunos contendo caderno, lápis, borracha, caneta, régua, calculadora e um exemplar do Manual de Instalações Residenciais ¹. Esse material tem sido doado pela Cemig, exceto a calculadora, adquirida no comércio ao preço de R\$ 5,00 cada.

Para a aula prática com uso dos painéis e execução da reforma são necessárias ferramentas, que têm sido emprestadas pelos instrutores. Os condutores utilizados nas montagens podem ser reaproveitados, sendo que os já adquiridos na lista de material da tabela 1 deverão contemplar várias edições do curso.

Os recursos financeiros são provenientes do Asin, que mantém um fundo de apoio aos diversos projetos e é mantido através de doações e promoções beneficentes.

14. CONCLUSÃO

A realização do curso apresenta desafios aos instrutores e o apoio da empresa e de outros voluntários é extremamente útil.

Durante o curso, especialmente nas aulas teóricas, o instrutor deve cuidar para mencionar apenas os aspectos necessários para o entendimento da matéria, abrindo mão dos seus demais conhecimentos, da sua vaidade pessoal e da tentação em demonstrá-los.

Alunos jovens têm maior capacidade cognitiva, principalmente os que estão estudando regularmente, enquanto os mais velhos apresentam dificuldade em absorver conceitos abstratos novos. Por outro lado, os alunos mais velhos têm melhor desempenho nas aulas práticas, em função da sua experiência de vida. Não há diferença de desempenho significativa em relação ao sexo, portanto o curso é aberto para homens e mulheres.

A principal deficiência dos alunos para o acompanhamento do curso é relativa à base matemática, até nas operações aritméticas mais simples. Deve ser reservado espaço para revisão desses conceitos, incluindo arredondamentos e múltiplos e submúltiplos.

O conteúdo teórico é considerado importante para a melhor compreensão do projeto elétrico visando sua execução, além de prover maiores oportunidades de trabalho.

O atual estágio de amadurecimento e padronização do curso permite sua multiplicação para outros voluntários e instituições, sob supervisão do Asin.

Atualmente o curso é fornecido gratuitamente, sendo exigido dos alunos apenas frequência, trabalhos para casa, avaliações e comportamento. Está sendo considerada a possibilidade de cobrar algum valor simbólico dos alunos, de modo a aumentar sua motivação e reduzir o percentual de abandono.

Não é objetivo do curso a colocação dessas pessoas no mercado de trabalho, mas apenas fornecer as condições para que eles próprios a procurem. Entretanto, é incentivada sua organização para busca de oportunidades em grupo, cooperativamente.

A reforma da instalação do local, além de ser um excelente treinamento para os alunos unindo o aprendizado teórico e prático, traz benefícios para a instituição, como redução das perdas por aquecimento nos condutores, resultando em melhor aproveitamento da energia e melhor perfil de tensão. Um exemplo disso é a “Casa do Pão”, onde foi realizada a 2ª edição do curso. O nome é derivado de um trabalho permanente de ensino da fabricação de pão para a comunidade local. Trata-se de uma pequena fábrica, com máquinas e fornos. A reforma consistiu de substituição dos condutores de entrada do medidor até o QDC, utilização da segunda fase disponível para alimentação de algumas cargas e cravamento de uma segunda haste de aterramento. As medições de tensão antes e depois da reforma, com todas as cargas ligadas, mostraram uma melhoria do perfil de tensão de 90 para 119 V, com a tensão a vazio em 127 V.

Futuros aperfeiçoamentos deverão ser introduzidos no curso, como: pesquisa de novos materiais e métodos, uso de condutores flexíveis, novos modelos de disjuntores, métodos modernos de realização de conexões e emendas, aumento de aulas práticas no início do curso.

Há informações de que alguns alunos conseguiram trabalhos temporários na área, porém não foi criada ainda uma maneira sistematizada de fazer esse acompanhamento.

15. BIBLIOGRAFIA

- 1 CEMIG *Manual de Instalações Residenciais*. 2001.
- 2 CREDER, Hélio *Manual do Instalador Residencial*. Rio de Janeiro, LTC Editora S.A., 1995.
- 3 CEMIG *ND 5.1 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais*. 1998.
- 4 CEMIG *ND 5.2 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Coletivas*. 1999.
- 5 CEMIG *PEC 11 Manual do Consumidor – Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada*. 2004.
- 6 ELEKTRO & PIRELLI *Instalações Elétricas Residenciais*. 2003. Disponível em http://www.pirelli.com.br/pt_BR/cables_systems/energy/pirelli_club/manual_eletrica_br.jhtml Acesso em 13/08/04.