



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

LORENA CRISTIANE RODRIGUES ARAÚJO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2013

LORENA CRISTIANE RODRIGUES ARAÚJO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Professor Karcus M. C. Dantas, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2013

LORENA CRISTIANE RODRIGUES ARAÚJO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em 21 / 02 / 2013

Prof. Karcus M. C. Dantas, D.Sc, UFCG
Orientador

Prof. Genoílton João de Carvalho Almeida
Componente da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por minha vida e por ter me dado condições de concluir este trabalho

Aos meus pais, Severino do Ramo e Erotildes Rodrigues pelos seus esforços em me proporcionar uma boa educação, e pelo apoio e carinho constantes.

Aos meus irmãos Hélio, Geórgia, Bruna e Paolo, por sempre acreditarem que este dia chegaria.

A todos os meus amigos que não mediram esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

A CEL Engenharia por me proporcionar esta experiência.

Aos professores e funcionários do DEE, por exercerem tão bem sua função permitindo-me obter uma excelente formação.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

RESUMO

O presente trabalho relata a experiência de estágio integrado da aluna Lorena Cristiane Rodrigues Araújo, realizado na empresa CEL ENGENHARIA, em dois canteiros de obras de edifícios residenciais localizados em Águas Claras, Distrito Federal, no período de setembro de 2011 à maio de 2012. As atividades do referido estágio foram concentradas na parte de instalações elétricas de baixa tensão onde foram aplicados os conceitos aprendidos ao longo do curso de Engenharia Elétrica. Inicialmente é feita uma introdução sobre o estágio e a empresa, depois é feita uma descrição acerca das atividades realizadas no estágio e por fim, as conclusões.

Palavras-chave: Estágio Integrado; Instalações Elétricas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fachada e planta baixa de um apartamento tipo do Sublime Mirante Residence	3
Figura 2 - Fachada dos blocos do Residencial Riviera Dei Fiori	4
Figura 3 - Planta baixa de um apartamento tipo do Bloco A.....	5
Figura 4 - Interface do software UAU.....	13
Figura 5 – Tela 1- interface do assistente de pedidos do UAU	13
Figura 6 - Tela 2- interface do assistente de pedidos do UAU	14
Figura 7 – Elementos de infraestrutura elétrica na laje	15
Figura 8 – Instalação do quadro de distribuição dos apartamentos	15
Figura 9 – Cabos alimentação dos apartamentos e dos circuitos terminais.....	16
Figura 10 – Identificação dos elementos dos quadros de distribuição.....	16
Figura 11- Interruptores e tomadas instalados.....	17
Figura 12 – Detalhes da equipotencialização	19
Figura 13 – Detalhes da caixa do Barramento de Equipotencialização Principal (BEP).....	19
Figura 14 – BEP Instalado.....	20
Figura 15 – Diagrama unifilar dos circuitos de um apartamento do Riviera Dei Fiori.....	21
Figura 16 - Diagrama unifilar da entrada de energia do Residencial Riviera Dei Fiori	23
Figura 17 - Mapa de curvas isocerânicas – Brasil	27

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	A empresa.....	2
2.1	Local do Estágio	3
3	Segurança no Trabalho	6
4	Projetos Elétricos.....	8
5	Atividades Realizadas	10
5.1	Relatório Diário de Obra.....	10
5.2	Preenchimento do cronograma físico da obra	10
5.3	Levantamento de Materiais	11
5.3.1	Levantamento de tomadas e interruptores	11
5.3.2	Levantamento de cabos condutores de um apartamento tipo.....	12
5.4	Compra de material.....	12
5.5	Acompanhamento e controle da qualidade das instalações elétricas	14
5.6	Análise de conformidade de projetos com as normas vigentes	17
5.6.1	Proteção contra choques elétricos.....	17
5.6.2	Dispositivos de proteção contra surto (DPS)	22
6	Conclusão	24
	Bibliografia.....	25
	ANEXO A – Modelo do Relatório Diário de Obra	26
	ANEXO B – Mapa de curvas isocerânicas – Brasil	27

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Estágio Integrado é oferecida aos alunos do curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande com intuito de proporcionar uma experiência em ambiente de trabalho onde o aluno terá a possibilidade de por em prática conceitos teóricos absorvidos durante a graduação, permitindo uma visão realista do que acontece no dia a dia das empresas preparando-o assim para o mercado de trabalho.

O presente relatório tem como objetivo a descrição das atividades desenvolvidas durante o estágio integrado, no período de 26 de setembro de 2011 a 25 de maio de 2012 cumprindo uma carga horária semanal de 30 horas, em dois canteiros de obras de edifícios residenciais da empresa Brookfield Incorporações, localizados em Águas Claras, Distrito Federal. Por intermédio da empresa CEL Engenharia Ltda, a estagiária teve oportunidade de acompanhar as instalações elétricas, hidrossanitárias, SPDA, detecção, alarme e combate a incêndio de ambas as obras. Este relatório dará ênfase às instalações elétricas.

Primeiramente será feita uma breve abordagem sobre a empresa em seus principais aspectos, o local onde o estágio foi desenvolvido, em seguida serão apresentadas as atividades que foram realizadas durante esse período e por fim, uma avaliação do mesmo, considerando os aspectos relacionados à formação do engenheiro eletricista.

2 A EMPRESA

Com sua sede localizada em Goiânia, a CEL Engenharia possui uma equipe técnica formada por engenheiros eletricitas, técnicos de nível médio, estagiários, além de uma equipe administrativa e operacional atuante em áreas específicas.

Fundada em 1992, a CEL Engenharia atua nos seguintes mercados:

- instalações comerciais/residenciais – instalações elétricas, detecção e alarme de incêndio, SPDA, instalações hidrossanitárias, redes com cabeamento estruturado para comunicação de voz, sonorização e vídeo, automação predial;
- instalações industriais – montagens eletromecânicas;
- montagem e ampliação de subestações e construção de linhas de transmissão de energia;
- implantação de redes elétricas em alta e baixa tensão e de iluminação pública, em loteamentos, condomínios, avenidas e rodovias;
- operação de manutenção de sistemas elétricos.

Regida pelos princípios da ética, responsabilidade e profissionalismo, oferece serviços implementados com rigor técnico e operacional, aliado com o bom relacionamento com o cliente.

O compromisso da CEL Engenharia envolve, em primeiro lugar a qualidade, o desempenho e o cumprimento dos prazos de execução das obras, assegurando recursos necessários para todas as etapas dos empreendimentos, por meio da implementação, manutenção e aprimoramento do Sistema de Gestão de Qualidade.

Em cada projeto a CEL Engenharia se empenha em proteger e preservar a integridade dos colaboradores através de políticas de Segurança do Trabalho, executando amplo leque de serviços com pessoal especializado e devidamente treinado, além de promover ações contínuas de prevenção a possíveis condições inseguras, riscos de acidentes e danos ao meio ambiente.

Alguns dos principais clientes da CEL Engenharia são:

- Bookfield Incorporações;
- Hypermarchas – Neo Química;
- Ambev;
- Infraero;

- Governo Federal;
- Petrobrás;
- CELG;
- Centro de Operação COS Goiás, entre outros.

2.1 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio não foi realizado no escritório da empresa, e sim em campo, em duas das diversas obras nas quais a CEL Engenharia está presente.

A primeira delas é o Sublime Mirante Residence, um empreendimento residencial localizado na Avenida Parque Águas Claras, Lote 2705, Águas Claras, Distrito Federal, composto por uma torre de 22 pavimentos, sendo 01 térreo, 02 subsolos e 19 pavimentos tipo, totalizando uma área construída de 14.131,88 m². Cada pavimento tipo é composto por dois apartamentos de quatro quartos, cada qual com uma área privativa de 239,92 m². A fachada do edifício assim como a planta baixa de um apartamento tipo podem ser observados na Figura 1.



Figura 1 - Fachada e planta baixa de um apartamento tipo do Sublime Mirante Residence

Já o Residencial Riviera Dei Fiori está localizado na Praça Tucano, Lotes 01 e 02 e Alameda das Acácias, Lotes 02, 04 e 06, Quadra 107, Águas Claras, Distrito Federal. O mesmo é composto por seis blocos. O terreno de construção do empreendimento é de 28.039,39 m², onde já existiam duas torres prontas e habitadas, os quatro blocos a serem construídos possuem pavimentos tipo, compostos por quatro apartamentos de quatro quartos, com área privativa de 139,30 m² à 168,07 m². A fachada do residencial e a planta baixa de um apartamento tipo podem ser observados nas Figura 2 e Figura 3, respectivamente.



Figura 2 - Fachada dos blocos do Residencial Riviera Dei Fiori



Figura 3 - Planta baixa de um apartamento tipo do Bloco A

A Brookfield Empreendimentos é empresa responsável pela realização de ambas as obras. A empresa CEL Engenharia, foi responsável pelas instalações hidrossanitárias, elétricas, telefone, SPDA, detecção, alarme e combate a incêndio, de todos os apartamentos e áreas comuns dos residenciais. A estagiária teve oportunidade de acompanhar todos estes segmentos, porém este relatório dará ênfase às instalações elétricas.

A seguir serão abordados alguns conceitos de segurança no trabalho, será dada uma descrição genérica dos projetos de instalações elétricas, para que em seguida as atividades realizadas e acompanhadas pela estagiária sejam relatadas.

3 SEGURANÇA NO TRABALHO

De acordo com a norma regulamentadora de nº 18 (NR 18), todos os empregados na indústria da construção devem receber treinamentos admissional e periódico, visando garantir a execução de suas atividades com segurança.

Desta maneira, a estagiária recebeu um treinamento em sua admissão com carga horária de 6 horas, ministrado pelo Técnico de Segurança da empresa, no qual foram dadas informações sobre as condições e meio ambiente de trabalho, riscos inerentes a função e noções sobre segurança no trabalho, descritos a seguir.

Segurança do trabalho é um conjunto de ciências e tecnologias que tem o objetivo de promover a proteção do funcionário no seu local de trabalho, visando à redução de acidentes e doenças ocupacionais. É uma das áreas da segurança e saúde ocupacionais, cujo objetivo é identificar, avaliar e controlar situações de risco, proporcionando um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para as pessoas.

Entre várias Normas Regulamentadoras que visam à segurança e medicina do trabalho, a NR 10 é a norma que trata de segurança em instalações e serviços em eletricidade.

O Anexo II da NR 10 determina que é obrigatório para todos os profissionais com trabalhos em eletricidade, o curso básico de segurança em instalações e serviços com eletricidade.

As pessoas que executam serviços elétricos devem:

- ser instruídas e esclarecidas sobre as precauções relativas ao seu trabalho;
- ser instruídas sobre a teoria e prática dos procedimentos dos primeiros socorros a serem prestados em caso de acidente

Existem algumas prescrições gerais, que devem ser observadas para a execução da instalação elétrica e que se relacionam, principalmente, com a segurança da instalação durante e após a sua execução, de forma a evitar danos às pessoas e animais domésticos, tais como:

- seguir as recomendações da Norma da ABNT, a NBR 5410;
- instalar os equipamentos e componentes elétricos da forma que recomendada para cada tipo de equipamento/componente;

- usar as ferramentas (alicates, chaves de fendas, etc) de isolamento compatível com a tensão da instalação. Para cada tipo de serviço, deve-se usar a ferramenta apropriada e não as improvisadas;
- devem ser desligados os circuitos elétricos energizados, através dos dispositivos de proteção, antes de executar ou dar manutenção nas instalações elétricas.

Por se tratar de obras em construção civil, onde se está vulnerável aos objetos perfurantes e cortantes, queda de objetos ou estruturas do alto, elevados níveis de ruído, inalação de ar impuro, partículas que podem ir em direção aos olhos, entre outros; destaca-se a necessidade e importância do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Os EPI são quaisquer meios ou dispositivos destinados a ser utilizados por uma pessoa contra possíveis riscos ameaçadores da sua saúde ou segurança durante o exercício de uma determinada atividade.

De acordo com a Norma Regulamentadora 6 (NR 6, 2010) a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;

Entre os equipamentos de proteção individual, estão presentes:

- protetor auricular – utilizado para evitar a exposição do trabalhador a ruídos fortes que prejudiquem seu sistema auditivo;
- respirador – aparelho filtrante próprio, contra cada tipo de contaminante do ar como poeira e gases tóxicos;
- óculos – equipamento de proteção visual contra fagulhas, faíscas ou pequenos objetos que possam saltar aos olhos;
- bota – equipamento para proteger de riscos mecânicos, químicos, elétricos e de queda;
- capacete – utilizado para proteger de riscos de pancada sobre a cabeça.

No caso dos operários ainda há a necessidade do uso de luvas, uniforme adequado e cintos de segurança trava-queda uma vez expostos à altura.

Todos os colaboradores da empresa participam do Diálogo Diário de Segurança (DDS), que consiste na realização de uma breve reunião diária, com duração de aproximadamente 10 minutos, na qual o Técnico de Segurança faz uma palestra

relacionada à segurança no trabalho e questões de higiene e saúde, que visam o bem-estar dos colaboradores.

4 PROJETOS ELÉTRICOS

As atividades da empresa, em ambos canteiros de obra, foram focadas na execução de projetos. Este capítulo tem como objetivo abordar a definição de projeto elétrico, assim como a descrever o seu conteúdo, para se ter uma noção das informações que são necessárias para uma correta execução das instalações.

O projeto elétrico é a previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes. O mesmo, deverá ser apresentado em escala, contendo todos os dados necessários à sua correta execução, tais como:

- pontos de iluminação;
- interruptores (diversos tipos);
- Tomadas de Uso Geral (TUGs);
- Tomadas de Uso Específico (TUEs);
- seção dos condutores;
- diâmetro dos eletrodutos;
- quadro de carga;
- identificação dos Circuitos Elétricos e dos condutores etc;
- legenda, identificando o projetista, endereço da obra etc.

A NBR 5410 (2005) determina que de uma maneira geral a instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter, no mínimo:

- plantas;
- esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis;
- detalhes de montagem, quando necessários;
- memorial descritivo da instalação;
- especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente etc.).

Após concluída a instalação, esta documentação deve ser revisada e atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação "como construído", ou *as built*).

Nos casos de instalações para as quais não se prevê equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, composta por pessoal advertido ou qualificado, devem ser entregues um manual do usuário, redigido em linguagem acessível a leigos, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos:

a) esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;

b) potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;

c) potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso;

d) recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

5 ATIVIDADES REALIZADAS

Neste capítulo, serão abordadas as atividades as quais foram acompanhadas e realizadas durante o estágio.

Em um primeiro momento, houve a ambientação com a obra e com os funcionários da empresa, depois a familiarização com os projetos e os serviços a serem executados, para então desenvolver as atividades atribuídas ao estágio.

5.1 RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA

O Relatório Diário de Obra (RDO) é um importante documento da obra, nele devem ser descritas todas as atividades que foram desenvolvidas no respectivo dia, em cada frente de serviço. É também no diário que são registradas:

- as informações climáticas - se elas atrapalharam o andamento das atividades;
- a disponibilidade dos recursos ou a falta deles - principalmente os problemas que impedem a execução dos serviços (como a quebra de máquinas e equipamentos, falta de material, etc.);
- o efetivo da obra;
- acidentes de trabalho, entre outros.

O diário deve ser preenchido no final do dia por cada encarregado, com os serviços executados por sua equipe, a estagiária por sua vez, ficou responsável por reunir os dados em um único documento. O diário deve ser impresso e entregue ao engenheiro que controla a produção e ao responsável pela fiscalização que o arquivará para futuras consultas. No Anexo A encontra-se o modelo do Relatório Diário de Obra.

5.2 PREENCHIMENTO DO CRONOGRAMA FÍSICO DA OBRA

O cronograma físico das instalações de uma obra estabelece o início, a duração e o término das diversas etapas de serviços de instalações. No mesmo, encontra-se especificadas as atividades a serem realizadas assim como o planejamento de prazos da execução de cada uma. A estagiária ficou responsável pelo preenchimento das datas de

início e término que as atividades foram efetivamente realizadas. Este cronograma possibilita o acompanhamento e controle da execução planejada.

5.3 LEVANTAMENTO DE MATERIAIS

Nem todos os materiais necessitam ser adquiridos de uma só vez, deve ser feito um cronograma para que sejam adquiridos e utilizados na hora certa. Os materiais e suas respectivas quantidades, deverão ser levantados a partir do Projeto Elétrico. A estagiária teve oportunidade de fazer levantamento dos materiais que seriam utilizados em diversas etapas das instalações. Segue a descrição de dois destes levantamentos.

5.3.1 LEVANTAMENTO DE TOMADAS E INTERRUPTORES

De posse dos projetos elétricos de diversos ambientes, foi levantado o número de tomadas de uso geral, uso específico, interruptores simples, paralelos e intermediários, que seriam utilizados em um dos ambientes dos residenciais. Uma planilha foi organizada com o número de conjuntos a serem comprados.

O conjunto é composto do suporte de termoplástico, do módulo tomada/interruptor e da placa.

Este levantamento também foi importante na etapa de instalação deste material. O mesmo permitiu que o almoxarife formasse kits, nos quais o mesmo separava a quantidade correta de peças que seriam instaladas em cada ambiente, facilitando o processo de entrega do material para o electricista que iria instalá-los.

Na Tabela 1, encontra-se a o levantamento de tomadas e interruptores de um apartamento tipo do Sublime Mirante Residence.

Tabela 1 - Levantamento de interruptores e tomadas de um apartamento tipo do Sublime Mirante

Conjunto de tomadas e interruptores	Apto Tipo
Conj. c/ 1 tomada 2P+T 10A em placa 4x2"	31
Conj. c/ 1 tomada 2P+T 10A em placa 4x4"	2
Conj. c/ 2 tomadas 2P+T 10A em placa 4x2"	16
Conj. c/ 1 tomada 2P+T 20A em placa 4x2"	8
Conj. c/ 1 interruptor simples + 1 tomada 10A em placa 4x2"	4
Conj. c/ 2 interruptores simples + 1 tomada 10A em placa 4x2"	2
Conj. c/ 1 interruptor simples em placa 4x2"	5
Conj. c/ 1 interruptor paralelo em placa 4x2"	5
Conj. c/ 1 interruptor intermediário em placa 4x2"	2
Conj. c/ 2 interruptores paralelos em placa 4x2"	3
Conj. c/ 1 interruptor simples + 1 paralelo em placa 4x2"	5
Conj. c/ placa 4x2" com furo central	2
Conj. c/ pulsador para campainha em placa 4x2"	2

5.3.2 LEVANTAMENTO DE CABOS CONDUTORES DE UM APARTAMENTO TIPO

De posse da versão eletrônica dos projetos elétricos foi levantado a metragem de cabos dos circuitos dos apartamentos, este levantamento foi feito com auxílio de ferramentas para mensurar distâncias no software AUTOCAD, levando em consideração a escala na qual cada projeto foi feito.

Também foi considerada a distância de caminhos verticais pelas paredes, que não são mostrados nas plantas baixa.

Os cabos utilizados nos circuitos para iluminação e tomadas de uso geral são de 2,5 mm² de seção nominal, no caso dos circuitos das tomadas de uso específico foram utilizados cabos de 4 mm² e 6 mm² de seção nominal. Todos com isolamento de PVC para tensões nominais de até 450/750 V, conforme NBR 247- 3.

Sendo o seguinte esquema de cores utilizado nos condutores:

- Fase das tomadas – vermelha;
- Fase da iluminação – preta;
- Neutro – azul claro;
- Terra – verde;
- Retorno – amarela.

Para fazer o pedido de compra o número levantado para um apartamento foi multiplicado pelo número total de apartamentos.

5.4 COMPRA DE MATERIAL

Na devida época, conforme planejamento, a compra de materiais é realizada por intermédio do Software UAU (Figura 4).

UAU é um sistema corporativo de acompanhamento de uma construção com total automação dos processos, este sistema é formado pelos seguintes módulos compartimentados: Segurança, Obras, Suprimento, Financeiro, Fiscal, Patrimônio, Gestão da qualidade, Portal UAU e Info UAU. Todos eles permitem que os processos de controle de clientes, fornecedores, compras, planejamento, acompanhamento da produtividade e venda, recebimentos, pagamentos e contabilidade sejam acompanhados online, facilitando o trabalho e eliminando fluxo de papéis.

O módulo “Suprimentos” realiza, controla e analisa cotações de insumos, desde o pedido, passando pela cotação de preços, condições de entrega e pagamento, até a

efetivação da compra com emissão da ordem, estabelecimento do prazo de entrega e controle de estoque.

Gerar pedidos de compra de materiais por intermédio deste software foi uma das atividades do estágio. Nas Figura 5 e Figura 6, é possível observar a interface do assistente de pedidos do UAU. Na tela 1, o insumo pode ser buscado pela sua descrição. Ao selecionar o material, devem ser preenchidos os campos de quantidade e data para entrega do material. Em seguida, na tela 2, é necessário informar de qual centro de custo sairá a verba para a compra deste material. Finalizando o processo, este pedido de compra é encaminhado ao setor de suprimentos da empresa que trata de fazer cotações e compra dos materiais.

No mesmo software é feito o acompanhamento de entrega do material e lançamento de notas fiscais, para encaminhamento das mesmas ao departamento financeiro que providencia o pagamento.



Figura 4 - Interface do software UAU.

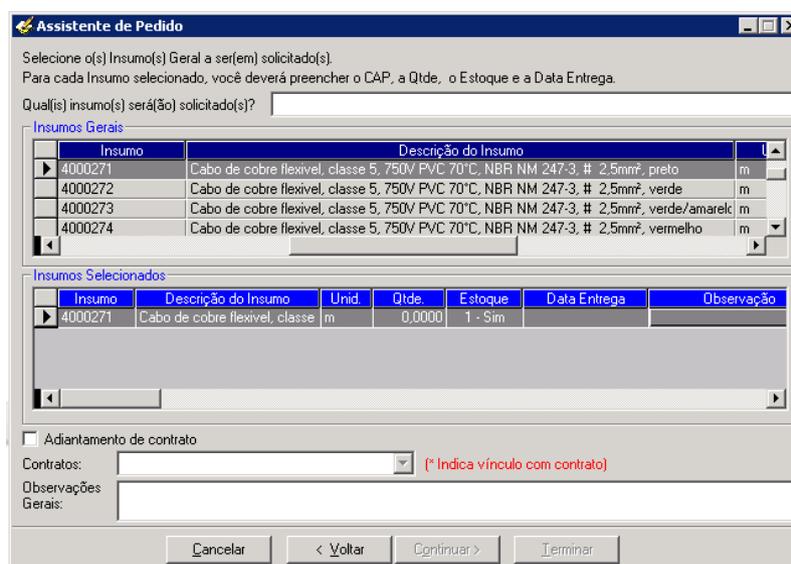


Figura 5 – Tela 1- interface do assistente de pedidos do UAU

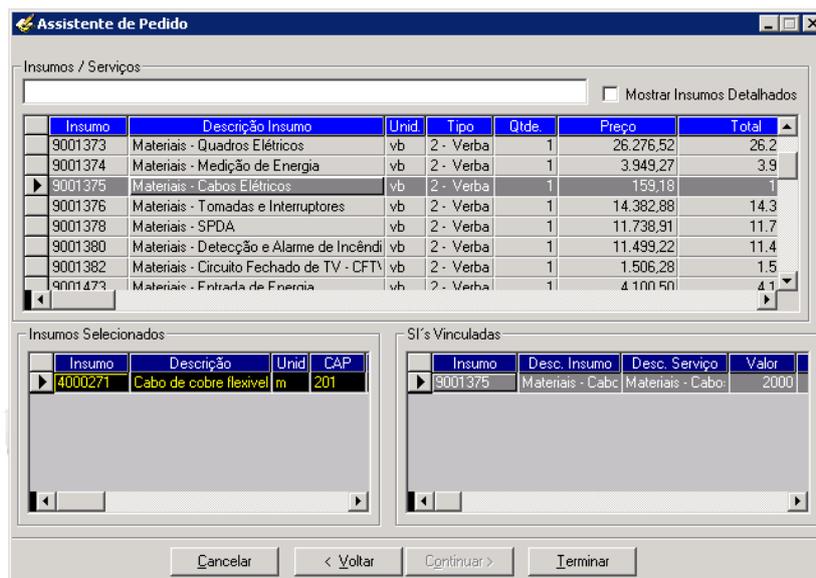


Figura 6 - Tela 2- interface do assistente de pedidos do UAU

5.5 ACOMPANHAMENTO E CONTROLE DA QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

É importante lembrar que, em cada etapa de construção da obra, deverá ser executada uma parte do Projeto Elétrico. Isso economizará tempo e dinheiro. A interação com os responsáveis pela obra civil e de outros projetos, é muito importante para otimizar a execução das instalações, e conseqüentemente, do todo.

A sequencia estabelecida para execução dos projetos elétricos dos apartamentos foi a seguinte:

1. Eletrodutos e caixas de passagem em laje – nesta primeira etapa, toda a infraestrutura elétrica embutida em laje é montada de acordo com o projeto de interferência elétrica, que mostra o posicionamento de eletrodutos e caixas no teto, para que em seguida a laje possa ser concretada. Na Figura 7 é possível observar os elementos da infraestrutura elétrica fixados à armação da laje que estava sendo concretada.



Figura 7 – Elementos de infraestrutura elétrica na laje

2. Eletrodutos, caixa de passagem e de distribuição em parede – nesta etapa é executada toda a infraestrutura elétrica embutida nas paredes de alvenaria dos apartamentos. Uma das atividades do estágio foi fazer um controle de qualidade por intermédios de auditorias nas quais eram observadas se as instalações estavam de acordo com o projeto, assim como o nivelamento de pontos de tomadas e interruptores, se estavam conforme o taliscamento, entre outros. A partir da auditoria realizada, as não conformidades existentes eram listadas e entregues ao encarregado e prazos eram estabelecidos para correção das mesmas.

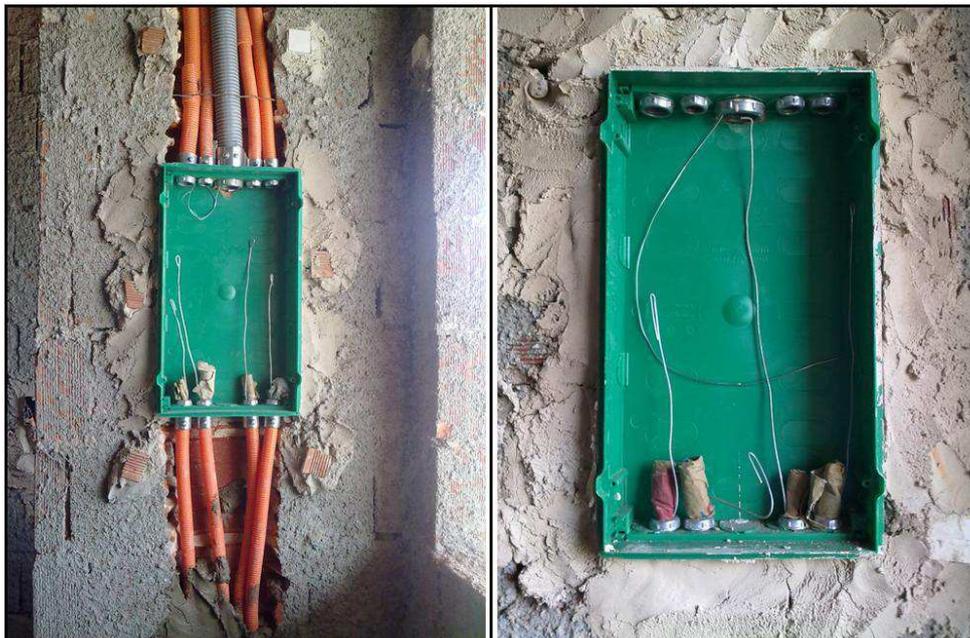


Figura 8 – Instalação do quadro de distribuição dos apartamentos

3. Enfição de circuitos terminais e lançamento de cabos para alimentação dos apartamentos – destaca-se nesta etapa, a importância da identificação de cada circuito, o que facilitará o desenvolvimento da próxima etapa. A alimentação de cada apartamento era trifásica.

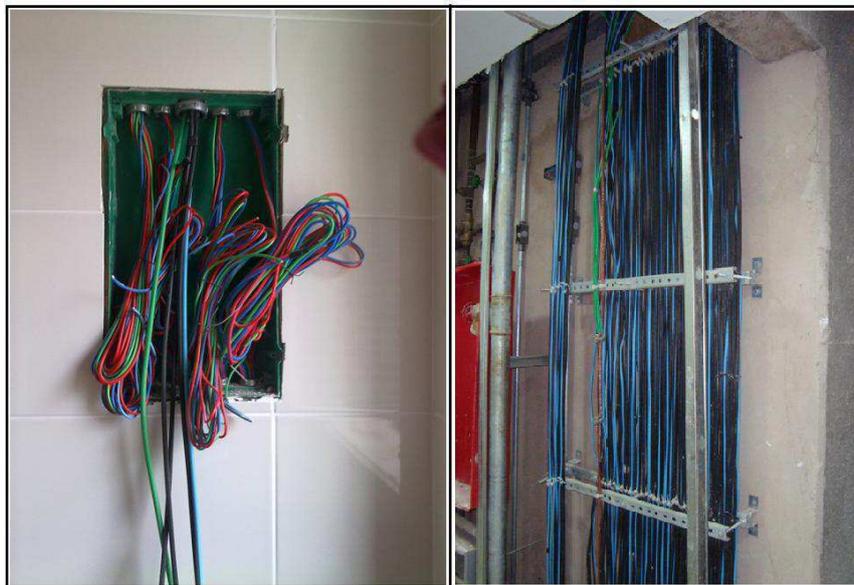


Figura 9 – Cabos alimentação dos apartamentos e dos circuitos terminais.

4. Fechamento de circuitos nos quadros de distribuição dos apartamentos –, além da codificação dos condutores por cores, anilhas com o número de cada circuito foram usadas para identificação dos mesmos. Os disjuntores também foram identificados de acordo com o circuito que era responsável pelo seccionamento.

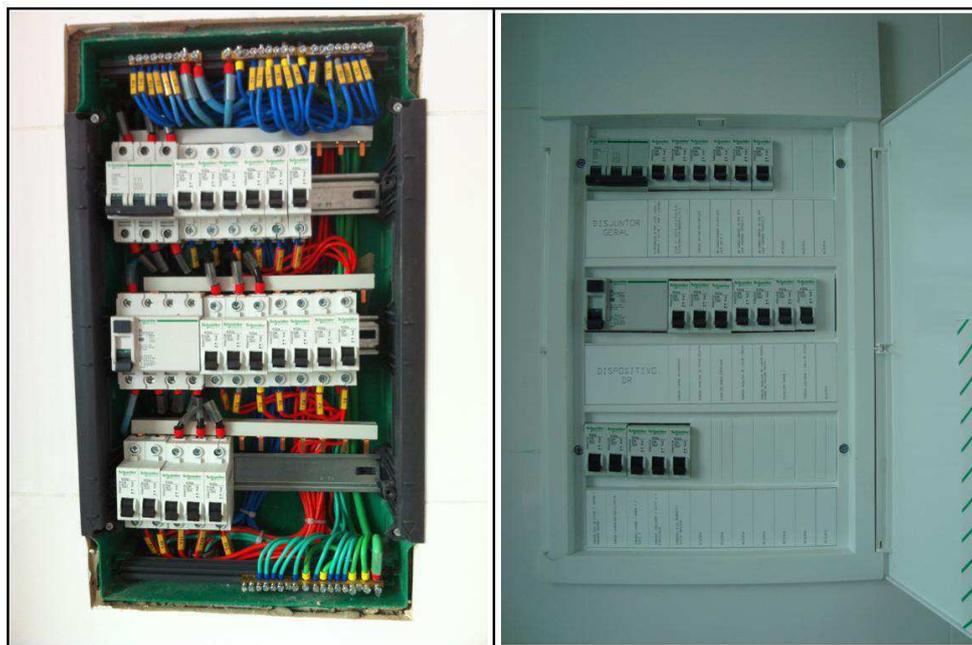


Figura 10 – Identificação dos elementos dos quadros de distribuição

5. Instalação de tomadas e interruptores – esta etapa é recomendada ter início depois das paredes serem emassadas e pintadas. Desta maneira é possível evitar que os módulos e placas sejam sujos de tinta e massa corrida. A instalação das placas era programada para o dia de entrega do apartamento para o cliente, evitando assim que fossem danificadas ou perdidas.

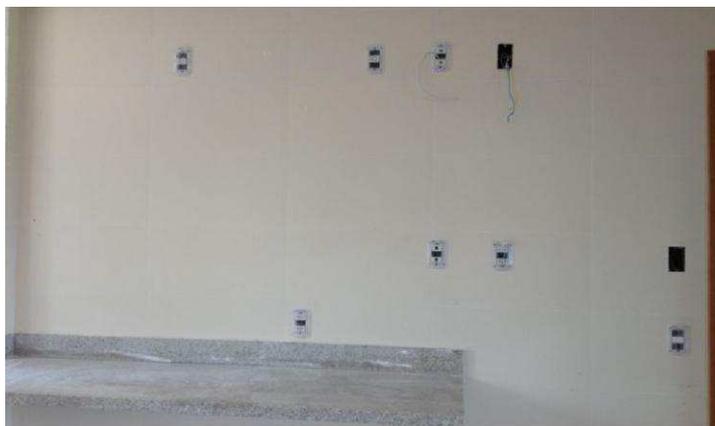


Figura 11- Interruptores e tomadas instalados

Além das instalações elétricas dos apartamentos, também foi possível acompanhar as instalações de ambientes de área comum residencial, como salão de festas, brinquedoteca, salão de jogos, implantação em geral, entre outros.

5.6 ANÁLISE DE CONFORMIDADE DE PROJETOS COM AS NORMAS VIGENTES

Paralelamente às atividades de acompanhamento da execução das instalações elétricas, foi possível observar e analisar os projetos conforme as normas vigentes. Neste relatório, será descrito a análise dos pontos de vista de proteção contra choques elétricos e proteção contra surtos.

5.6.1 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

O esquema de aterramento TN foi o adotado no projeto de instalações elétricas dos residenciais, no mesmo há um ponto de alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Na presente instalação é usada a variante TN-S, na qual o condutor neutro e condutor de proteção são distintos.

De acordo com a NBR 5410 (2005):

O princípio que fundamenta as medidas de proteção contra choques [...] pode ser assim resumido:

- partes vivas perigosas não devem ser acessíveis; e
- massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas.

Há, em caráter geral, dois tipos de proteção contra choques elétricos:

- proteção básica - contra contatos diretos e
- proteção supletiva – contra contatos indiretos.

Algumas medidas contra choques elétricos adotadas nos projetos foram as seguintes:

5.6.1.1 PROTEÇÃO BÁSICA

Partes energizadas devem ser completamente cobertas com um material isolante, que só pode ser removido através de sua destruição. Esta isolação deve ser feita de material apropriado, capaz de resistir, de forma durável, aos esforços mecânicos, elétricos e térmicos que a isolação pode ser submetida em serviço.

Todas as barreiras e invólucros devem ser firmemente presos no lugar. Levando em conta a sua natureza, tamanho e arranjo, eles devem ter estabilidade e durabilidade suficientes para resistir às solicitações e aos esforços prováveis de acontecerem em serviço normal.

5.6.1.2 PROTEÇÃO SUPLETIVA

➤ Equipotencialização

Por determinação da NBR 5410 (2005):

Todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção.

Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão.

Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal [...], e tantas equipotencializações suplementares quantas forem necessárias.

Todas as massas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar vinculadas à equipotencialização principal da edificação [...]

O sistema de aterramento das partes metálicas da edificação, projetado para os residenciais, é composto por um quadro de equipotencialização geral (BEP) (Figura 14)

a ser instalado no subsolo dentro da sala de medidores, de onde serão derivadas as conexões de aterramento local e a ligações dos barramentos de equipotencialização local (BEL) que serão instalados em determinados pavimentos, contando que o intervalo entre eles seja inferior a 20m.

Para aterramento das partes metálicas internas às unidades residenciais, será disponibilizado um cabo de equipotencialização instalado no shaft de alimentação elétrica (Figura 12).



Figura 12 – Detalhes da equipotencialização

Os três subsistema que compõem o SPDA deverão estar conectados eletricamente de forma rígida e interligados nos barramentos de equipotencialização, assim com as tubulações metálicas, tanto de instalações elétricas com as de hidráulica e gás. Na Figura 13, podemos observar detalhes do BEP projetado.

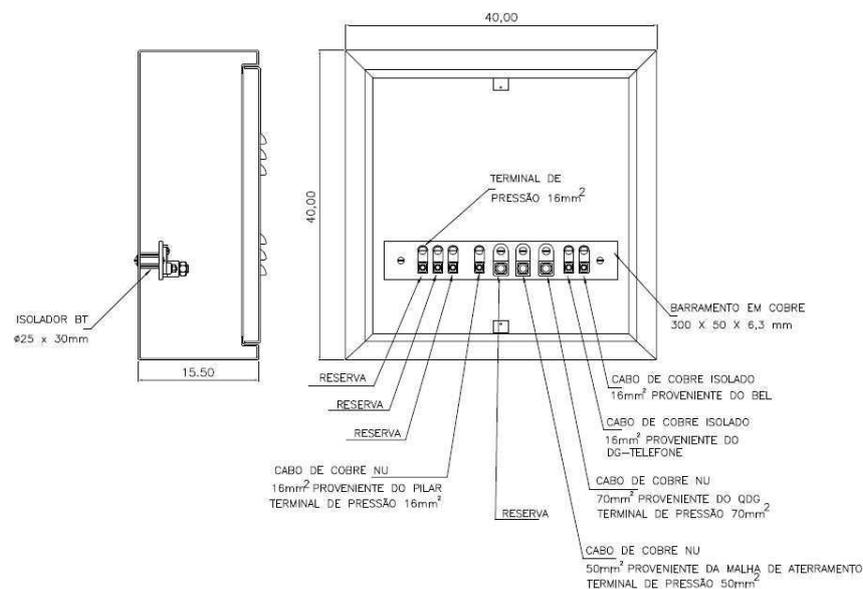


Figura 13 – Detalhes da caixa do Barramento de Equipotencialização Principal (BEP)



Figura 14 – BEP Instalado

➤ Seccionamento automático

De acordo com a NBR 5410 (2005):

Um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (entre parte viva e massa ou entre parte viva e condutor de proteção) no circuito ou equipamento der origem a uma tensão de contato superior ao valor pertinente da tensão de contato limite U_L .

[...] no esquema TN, no seccionamento automático visando proteção contra choques elétricos, podem ser usados os seguintes dispositivos de proteção:

- dispositivos de proteção a sobrecorrente;
- dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual [...]

Nos projetos, as instalações foram divididas na quantidade de circuitos necessários, cada circuito foi concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito. Disjuntores foram usados como dispositivos de desligamento por ação direta, no caso de sobrecorrente, para proteção contra curtos-circuitos e sobrecargas.

Além disto, os circuitos de chuveiros, tomadas de copa/cozinha foram objetos de proteção complementar contra contatos diretos por dispositivos a corrente diferencial-residual (dispositivo DR) de alta sensibilidade, isto é, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA. A utilização DR como proteção adicional nos circuitos destas áreas é obrigatório segundo a NBR 5410 (2005).

Deve-se atentar ao fato que, o uso do dispositivo em aparelhos resistivos (chuveiros, torneiras elétricas, etc.) só se torna eficiente se estes forem blindados e apropriados para uso com o DR. Caso não sejam, o mesmo não permanecerá ligado.

Na Figura 15 observamos o uso deste dispositivo nos circuitos dos apartamentos

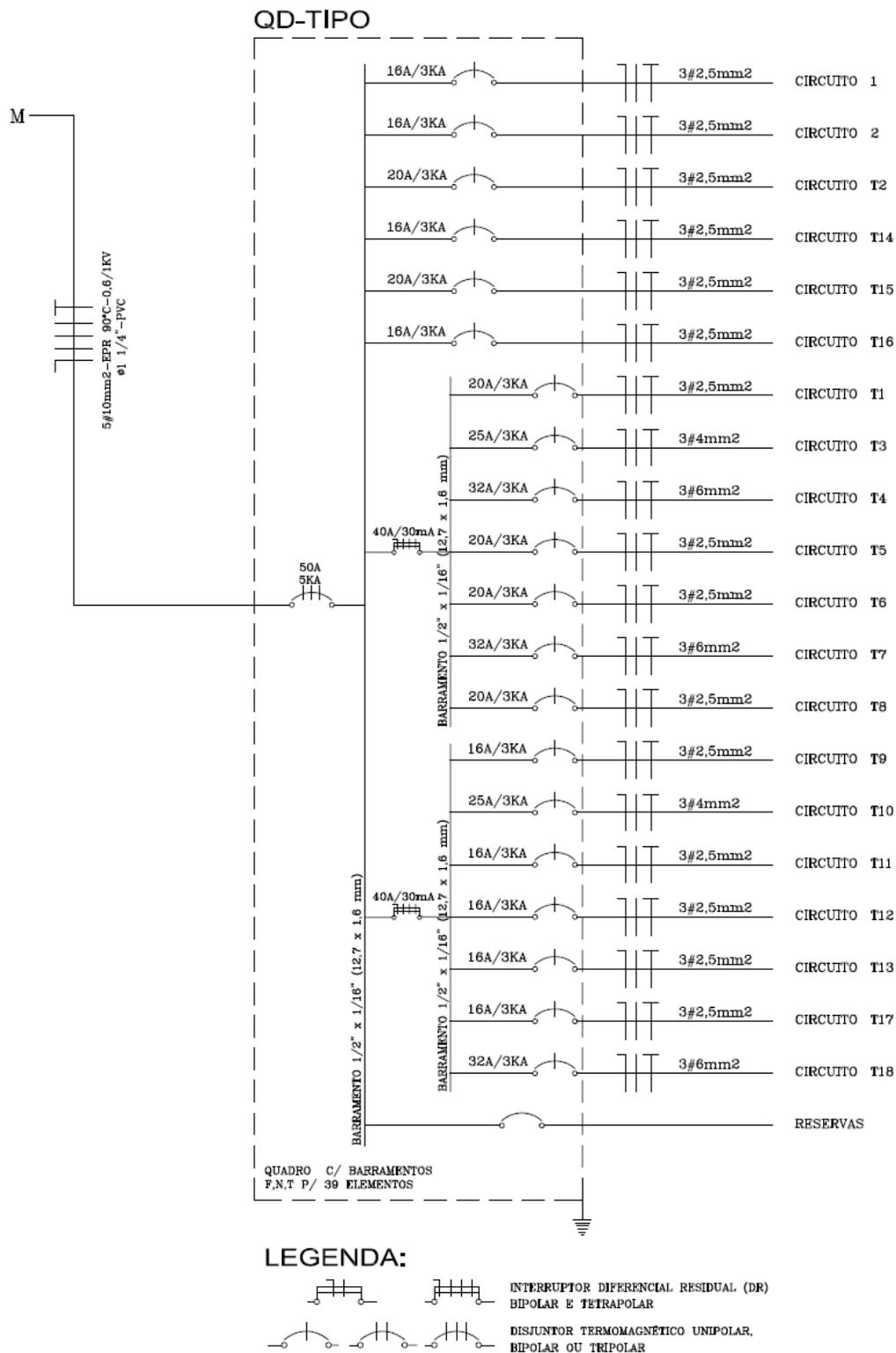


Figura 15 – Diagrama unifilar dos circuitos de um apartamento do Riviera Dei Fiori

5.6.2 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO (DPS)

De acordo com a NBR 5410 (2005) as linhas de energia devem ser providas de proteção contra sobretensões transitórias, com uso de dispositivos contra surtos (DPS), no caso da instalação ser alimentada por linha total ou parcialmente aérea e se situar em região sob condições de influencias externas com mais de 25 dias de trovoadas por ano.

O índice ceráunico da região, que indica o número de dias do ano que foi ouvida uma trovoadas, pode ser obtido em mapas de curvas isocerânicas do Anexo B, retirado da NBR-5419 (2005). Águas Claras, encontra-se na região centro-oeste na qual este índice é de 120 dias por ano, sendo assim indispensável o uso de DPS no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada.

Como a linha elétrica de energia que chega a edificação inclui o neutro, e o mesmo não é aterrado no barramento de equipotencialização principal da edificação, o DPS foi projetado para ser ligado da seguinte forma, conforme a NBR 5410 (2005):

- a cada condutor de fase, de um lado e ao BEP do outro;
- ao condutor neutro, de um lado e ao BEP do outro.

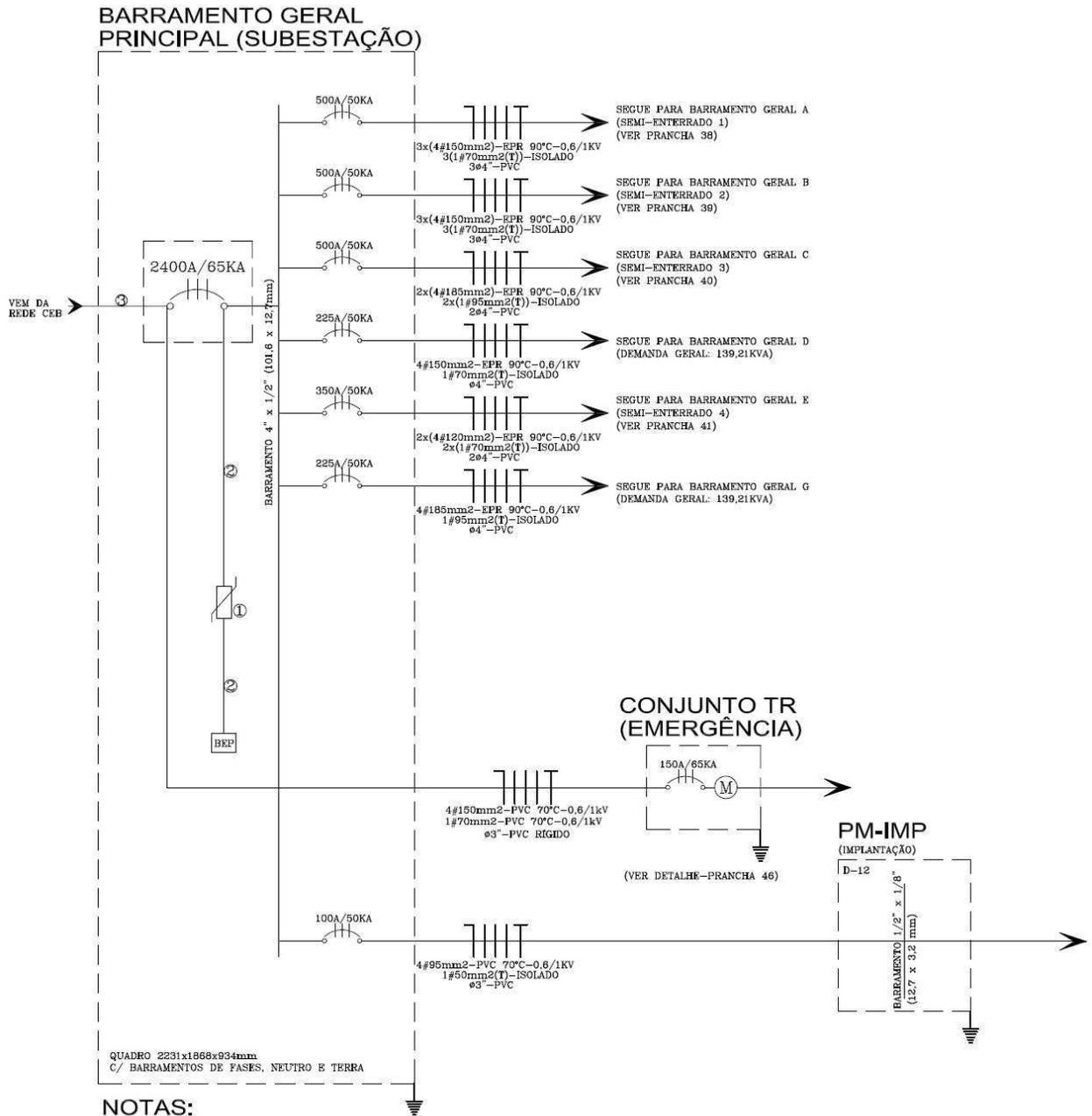
Segue as características do DPS selecionado no projeto:

- tecnologia de varistores;
- tensão nominal: 380V entre fases e 220 V entre fase e neutro ou fase terra – 3 fases mais 1 neutro;
- tensão máxima de operação contínua: 280 V;
- nível de proteção UP: 1,5 KV
- corrente nominal de descarga I_n : 40kA (8/20 μ s);

A possibilidade da falha interna, fazendo com que o DPS entre em curto-circuito, impõe a necessidade de dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, para eliminar tal curto-circuito (NBR 5419, 2005).

Foi projetado o posicionamento do DPS a jusante do disjuntor principal do quadro de entrada de energia, de modo que seja priorizada a continuidade da proteção, uma vez que a atuação do disjuntor, devido a falha do DPS, interrompe a alimentação do circuito, situação que perdura até a substituição do DPS.

É possível observar no diagrama unifilar da entrada de energia Figura 16, o uso deste dispositivo.



NOTAS:

- ① DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTIOS 3x280V/40KA/In>20KA
- ② 1#16mm²-ISOLADO
- ③ OS CABOS DE ENTRADA DESDE A SUBESTAÇÃO CEB ATÉ O BARRAMENTO GERAL PRINCIPAL DEVERÃO SER DIMENSIONADOS, ORÇADOS E EXECUTADOS PELA CEB 12#4"

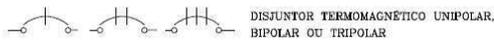


Figura 16 - Diagrama unifilar da entrada de energia do Residencial Riviera Dei Fiori

6 CONCLUSÃO

O estágio se mostrou bastante importante para a formação profissional de um engenheiro eletricitista, tanto do ponto de vista técnico, como pessoal, por proporcionar um convívio com profissionais experientes de diversas áreas.

Algumas das dificuldades enfrentadas neste período foram: atraso de entrega de material pelo fornecedor, furtos das mais diversas naturezas e quantidades, frequente alterações de projetos e falta de compatibilização dos mesmos - muitas vezes gerando o retrabalho e instalações danificadas por terceiros em outras frentes de serviço.

O período de estágio foi de grande valor como uma primeira experiência profissional, permitindo uma visão realista do que acontece no dia a dia da empresa e preparando o aluno de graduação para o mercado de trabalho.

BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR- 5410 (2005). Instalações elétricas de baixa tensão.

ABNT NBR- 5419 (2005). Proteção de estruturas contras descargas atmosféricas.

NR 10 (2004). Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

NR 6 (2010). Equipamento de proteção individual – EPI

CEL ENGENHARIA LTDA. Disponível em <<http://cel.eng.br/>>, acessado e 02 de Fevereiro de 2013.

GLOBALTEC S/A. Automação e Gestão para Construtoras. Disponível em < <http://www.uau.com.br/>>, acessado e 02 de Fevereiro de 2013

ANEXO B – MAPA DE CURVAS ISOCERÂUNICAS – BRASIL



Figura 17 - Mapa de curvas isocerânicas – Brasil