



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RAPHAEL LEITE DE ANDRADE REIS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2013

RAPHAEL LEITE DE ANDRADE REIS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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.*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Orientador:

Washington Luiz Araújo Neves, Ph. D.

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2013

RAPHAEL LEITE DE ANDRADE REIS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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.*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Washington Luiz Araújo Neves, Ph. D.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha Mãe e à minha Tia Sônia, que certamente queria estar presente neste momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à DEUS pelas oportunidades que venho recebendo desde minha entrada no curso, além de me dar esperança suficiente para acreditar em um futuro promissor.

À minha MÃE Terezinha não tenho palavras para expressar todo apoio e amor que recebo a cada dia, além do esforço que sempre tivera para me proporcionar condições de enfrentar as dificuldades ao longo desta trajetória e me educar de maneira tal a contribuir com minha educação e formação do meu caráter.

À minha TIA SÔNIA, infelizmente, só posso agradecer em orações, mas sei que a mesma sempre estará torcendo por mim.

À minha NOIVA ÉRIKA, pelas palavras de incentivo e apoio, pela compreensão que tivera em vários fins de semana de minha ausência e pela felicidade que eu tenho de estar ao seu lado.

Meus sinceros agradecimentos ao professor Washington pela paciência e compreensão sempre dedicada e pelos bons serviços prestados na minha orientação.

Ao meu amigo Euler pela sua amizade e companheirismo, que certamente me influenciou positivamente ao longo desta jornada.

À empresa Ourovel – Construções e Empreendimentos Imobiliários LTDA pela oportunidade e confiança em mim depositada.

Aos engenheiros Rogério e Leonel, pelo empenho e disposição a mim prestados.

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

"Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer."

Mahatma Gandhi

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Seção mínima dos condutores (ABNT, 2004).	18
Tabela 2. Seção do condutor neutro.	19
Tabela 3. Limites das quedas de tensão.....	20

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Lista de Tabelas.....	vii
Sumário	viii
1 Introdução.....	9
2 A empresa.....	10
3 Descrição de um Projeto Elétrico	11
3.1 Definições	12
3.2 Divisão da instalação	13
3.3 Previsão de carga	14
3.3.1 Previsão de carga de iluminação.....	15
3.3.2 Previsão de carga de pontos de tomada	15
3.4 Utilização e demanda – Potência de alimentação	17
3.5 Dimensionamento de Condutores	17
3.5.1 Critério da seção mínima.....	18
3.5.2 Critério da capacidade de condução de corrente.....	19
3.5.3 Critério do limite de queda de tensão	19
3.5.4 Dimensionamento dos dispositivos de proteção	20
3.5.5 Dimensionamento de condutos.....	25
3.5.6 Projeto da instalação elétrica de apartamentos	27
3.5.7 Projeto da instalação elétrica de um condomínio	27
4 Normas Regulamentadoras.....	28
4.1 Norma para instalações elétricas de baixa tensão	28
4.2 Normas de distribuição unificada (NDU)	28
5 O Estágio	30
5.1 Residencial Francisco Pinto.....	30
5.2 Residencial Marcus Gabriel.....	32
5.3 Residencial Cristiano Lauritzen	32
6 Conclusão	33
Bibliografia.....	34
APÊNDICE A – Relatório parte elétrica Residencial Francisco Pinto.....	35
APÊNDICE B – Relatório parte elétrica Residencial Marcus Gabriel.....	41
APÊNDICE C – Relatório quantitativo de material Residencial Cristiano Lauritzen	47

1 INTRODUÇÃO

A atribuição deste trabalho se reflete em uma descrição detalhada das atividades que foram desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado, com carga horária de 180 horas e realizadas no período de 03 de junho de 2013 a 16 de julho de 2013, na empresa OUROVEL CONSTRUÇÕES E EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA, com sede em Campina Grande, Paraíba.

O Estágio Supervisionado se configura em uma disciplina integrante da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, e indispensável a congratulação do diploma de Engenheiro Eletricista. O objetivo da mesma é propiciar ao requerente uma oportunidade de sedimentação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, além de experiência no âmbito extra acadêmico.

A empresa concedente do estágio executa projetos de construção civil, adquiridos por meio de compra a empresas terceiras.

Foram realizadas atividades de fiscalização do andamento da execução dos projetos elétricos em dois residenciais, controle de estoque de material elétrico, estabelecimento de contato direto com fornecedores e clientes, além da realização de levantamento de quantitativo de materiais elétricos.

2 A EMPRESA

Inserida no mercado da construção civil com sede em Campina Grande, Paraíba, a OUROVEL CONSTRUÇÕES E EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA iniciou suas atividades em 2007. Na ocasião, promoveu o lançamento do empreendimento Niemeyer Residence, nome escolhido como forma de homenagear os cem anos do arquiteto Oscar Niemeyer.

Em janeiro de 2008 foi lançado o empreendimento Varandas Condomínio Residencial. Atualmente a OUROVEL conta com o Residencial Francisco Pinto e o Residencial Marcus Gabriel em fase de construção, além do Residencial Cristiano Lauritzen e Residencial Tom Jobim, ambos em fase inicial.

O corpo de trabalho da empresa é constituído de um engenheiro chefe e três engenheiros responsáveis pelas obras em andamento, em adição, conta com mais de oitenta profissionais nos mais variados ramos da construção.

3 DESCRIÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

Um projeto elétrico consiste de um detalhamento da instalação elétrica a ser realizada, com vistas às normas vigentes e descrevendo a localização, carga total e de cada circuito, trajeto de condutores e dutos e a conexão de todos os equipamentos a serem utilizados. O planejamento prévio de um projeto pode levar a uma otimização de seus custos, evitando desperdícios de material e de pessoal, pelo fato de um possível retorno a uma fase anterior de execução da obra.

Para a execução do projeto de instalação elétrica, o projetista necessita das plantas do local onde será executado o mesmo, que devem ser cedidas pela empresa contratante, além de tomar conhecimento da finalidade da instalação, da localização da rede elétrica mais próxima e suas características (subterrânea, aérea, etc).

Para que o projeto elétrico seja completo, é necessário contemplar todas as instalações elétricas, o projeto telefônico e de TV, além do projeto de cabeamento estruturado e do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Portanto, o mesmo deve conter:

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária;
- Memorial descritivo e de cálculo;
- Plantas arquitetônicas;
- Esquemas verticais;
- Especificação das normas utilizadas;
- Detalhes dos centros de medição, da entrada de serviço, dos pararraios, do aterramento, etc);
- Lista de materiais.
- Orçamento.

3.1 DEFINIÇÕES

Alguns componentes presentes em um projeto elétrico e alguns parâmetros necessários ao dimensionamento de condutores e a quantidade de circuitos a serem utilizados são de fundamental importância para o entendimento do projeto. São eles:

- **Carga Instalada:** soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora [kW], em condições de entrar em funcionamento;
- **Demanda:** potência elétrica média, ativa ou reativa, absorvida pelo sistema elétrico, pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. Este é denominado de intervalo de demanda e, normalmente, corresponde ao período de 15 minutos;
- **Ramal de Entrada:** conjunto de condutores e acessórios, de propriedade do consumidor, instalados a partir do ponto de entrega até a proteção e medição;
- **Ramal de Ligação:** condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da concessionária e o ponto de entrega;
- **Ramal de Saída:** conjunto de condutores e acessórios instalados internamente na unidade consumidora, a partir da medição;
- **Alimentador Principal ou Prumada:** continuação ou desmembramento do ramal de entrada, constituído pelos condutores, eletrodutos e acessórios, instalados a partir da proteção geral ou do quadro de distribuição geral (QDG) até as caixas de medição ou de derivação;
- **Quadro de Distribuição:** local onde se instala os dispositivos de proteção, manobra e comando;
- **Quadro Terminal:** quadro elétrico que alimenta os circuitos terminais;
- **Medição Indireta:** medição de energia elétrica efetuada com transformadores para instrumentos - Transformador de Corrente e/ou Transformador de Potencial;
- **Caixa de Passagem:** caixa destinada a facilitar a passagem dos condutores;

- **Caixa de Medição:** caixa destinada a instalação do medidor de energia, do dispositivo de proteção e acessórios;
- **Edificação:** é toda e qualquer construção, reconhecida pelos poderes públicos, utilizada por um ou mais consumidores;
- **Unidade Consumidora:** conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor;

3.2 DIVISÃO DA INSTALAÇÃO

A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito (ABNT, 2004). Desta forma, a mesma deve ser dividida de modo a atender às seguintes exigências:

- i. segurança, de modo a evitar que uma falha no circuito interrompa a alimentação de uma área, além de prevenir a integridade física daqueles que a utilizam
- ii. conservação de energia, cujo intuito é evitar os desperdícios gerados pela utilização das cargas de iluminação e climatização de maneira adequada da necessitada;
- iii. funcionais, de maneira tal a viabilizar a criação de diferentes ambientes, tais como em auditórios e salas de reuniões, além de ser flexível ao ponto de levar em consideração as necessidades futuras mediante o estabelecimento de um horizonte de tempo viável;
- iv. de produção, para minimizar as paralisações resultantes de uma ocorrência;
- v. de manutenção, com objetivo de facilitar as ações de inspeção e de reparo.

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam, isto é, devem ser previstos circuitos terminais distintos para

pontos de iluminação e para pontos de tomada, sendo que as cargas devem ser alimentadas a partir de uma distribuição de fases, cujo âmbito corresponde a evitar possíveis desequilíbrios entre as mesmas.

Em adição, as seguintes restrições devem ser seguidas em unidades consumidoras, como residências, hotéis e similares:

- i. circuitos independentes devem ser previstos para os aparelhos de potência igual ou superior a 1500 VA ou aparelhos de ar-condicionado, sendo permitida a alimentação de mais de um aparelho do mesmo tipo através de um só circuito;
- ii. as proteções dos circuitos de aquecimento ou condicionamento de ar podem ser agrupadas no quadro de distribuição da instalação elétrica geral ou num quadro separado;
- iii. quando um mesmo alimentador abastece vários aparelhos individuais de ar-condicionado, deve haver uma proteção para o alimentador geral e uma proteção junto a cada aparelho, caso este não possua proteção interna própria;
- iv. cada circuito deverá ter seu próprio condutor neutro;
- v. em residências, deve haver 1 circuito para cada 60 m² ou fração;
- vi. em lojas e escritórios, deve haver 1 circuito para cada 50 m² ou fração.

3.3 PREVISÃO DE CARGA

Constitui a primeira etapa do projeto elétrico e é de fundamental importância na etapa de dimensionamento de dutos, condutores e quadros de carga, a partir da definição da carga. É dividida em:

1. Previsão de carga de iluminação;
2. Previsão de carga de pontos de tomada;
3. Previsão de carga de aquecimento elétrico de água.

As recomendações para esta etapa do projeto estão presentes na norma NBR 5410.

3.3.1 PREVISÃO DE CARGA DE ILUMINAÇÃO

Para previsão de carga de iluminação, os seguintes parâmetros devem ser levados em consideração:

- i. em cada cômodo deve ser previsto, no mínimo, um ponto de luz fixo no teto comandado por interruptor;
- ii. em cômodos com área igual ou inferior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- iii. em cômodo com área superior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

3.3.2 PREVISÃO DE CARGA DE PONTOS DE TOMADA

O número de pontos de tomada a serem instalados deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem utilizados em tal ambiente, obedecendo-se as seguintes restrições:

- i. em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, observando as restrições locais contendo banheira e/ou chuveiros;
- ii. em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, seja no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- iii. em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada. Ademais, há possibilidade de o mesmo não ser instalado próximo ao referenciado cômodo, mas que o seja próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m^2 ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m;

- iv. em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados de maneira mais uniforme possível;
- v. Em *halls* de escadaria, salas de manutenção e salas de localização de equipamentos, tais como casas de máquinas, salas de bombas, barriletes e locais análogos, deverá ser previsto no mínimo um ponto de tomada.
- vi. em cada um dos demais cômodos devem ser previstos, no mínimo:
 - um ponto de tomada, se a área do cômodo for igual ou inferior a $2,25\text{m}^2$. Admite-se que o mesmo seja posicionado externamente ao ambiente, a até, no máximo, 0,80 m de sua porta de acesso;
 - um ponto de tomada, se a área do cômodo for superior a $2,25\text{ m}^2$ e igual ou inferior a 6 m^2 ;
 - um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo for superior a 6 m^2 , devendo esses pontos ser espaçados de maneira mais uniforme possível.

As potências atribuíveis aos pontos de tomada é função dos equipamentos que podem vir a serem alimentados pelas mesmas e não devem ser inferior aos seguintes valores mínimos:

- i. em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- ii. nos demais cômodos, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Para o caso de tomadas de uso específico (TUE), que correspondem aos pontos de tomadas instalados para equipamentos cuja corrente nominal é superior a 10 A e são destinados a atenderem equipamentos fixos ou estacionários, como chuveiro elétricos,

ar condicionado, a potência atribuída a mesma deve igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado. Quando esta não for conhecida, deve-se atribuir à TUE uma potência igual à potência nominal do equipamento mais potente com possibilidade de ser ligado, ou a potência determinada a partir da corrente nominal da tomada e da tensão do respectivo circuito.

As TUE devem ser instaladas, no máximo, a 1,5 m do local previsto para o equipamento a ser alimentado.

3.4 UTILIZAÇÃO E DEMANDA – POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO

A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação, dentro de limites adequados de elevação de temperatura e de queda de tensão (ABNT, 2004).

Para determinar a potência de alimentação de uma instalação, as potências nominais dos equipamentos de utilização a serem alimentados devem ser computadas e, em seguida, consideradas as possibilidades de não simultaneidade de funcionamento dos mesmos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

Para a análise e dimensionamento dos condutores elétricos que alimentam os quadros de distribuição e os quadros terminais, bem como os dispositivos de proteção, não se utiliza a carga instalada, usa-se a demanda.

3.5 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

Para a realização do correto dimensionamento dos condutores, na fase de projeto, algumas características devem ser analisadas, tais como: proteção contra sobrecarga e contra curto-circuito; requisitos de seccionamento automático da alimentação; e verificação dos níveis máximos de queda de tensão.

Existem três critérios, estabelecidos pela norma NBR 5410, para dimensionamento de condutores. São eles: critério da seção mínima, critério da capacidade de condução de corrente e critério do limite de queda de tensão.

3.5.1 CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

A norma NBR 5410 especifica que a seção mínima dos condutores fase, em circuitos CA, e dos condutores vivos, em circuitos CC, deve ser de acordo com os valores indicados na Tabela 1:

Tabela 1. Seção mínima dos condutores(ABNT, 2004).

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Iluminação	1,5 Cu/16 Al
		Força ²⁾	2,5 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Força	10 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Equipamento específico		Como especificado na norma do equipamento
	Qualquer outra instalação		0,75 Cu ⁴⁾
	Extra-baixa instalação para aplicações especiais		0,75 Cu

¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas.

²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.

³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos, é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias, é admitida uma seção mínima de 0,1mm²

Em um sistema de distribuição secundária, o condutor neutro tem a finalidade de fornecer equilíbrio e proteção ao mesmo e deve ser exclusivo de cada circuito terminal.

A seção mínima de tal condutor deve ser igual à seção do condutor fase nas seguintes situações:

- i. Circuitos monofásicos a 2 ou 3 condutores;
- ii. Circuitos bifásicos a 3 condutores, com taxa de terceira harmônica inferior a 33%;
- iii. Circuitos trifásicos a 4 condutores, com taxa de terceira harmônica entre 15% e 33%.

Quando a taxa de terceira harmônica for superior a 33%, é necessário uma estimativa segura do conteúdo de tal componente e do comportamento imposto à corrente de neutro pelas condições de desequilíbrio em que o circuito pode vir a operar, de modo a permitir o dimensionamento da seção do condutor neutro.

Em circuitos trifásicos presumidos equilibrados em regime normal de operação, com taxa de terceira harmônica inferior a 15% e com condutor neutro protegido contra sobrecorrentes, pode-se utilizar a Tabela 2 para realizar o dimensionamento do condutor neutro.

Tabela 2. Seção do condutor neutro.

Seção dos condutores de fase mm²	Seção reduzida do condutor neutro mm²
S _{≤25}	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

3.5.2 CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

O critério da capacidade de condução de corrente tem o objetivo de garantir aos condutores e às suas isolações condições favoráveis de operação, ainda que submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela passagem de corrente elétrica.

A forma em que os condutores são instalados influi na capacidade de troca de calor entre os mesmos e o ambiente, em consequência, na capacidade de condução de corrente elétrica. Os condutores podem ser instalados em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou bandejas, etc.

A norma NBR 5410 estabelece diferentes procedimentos de instalação, referenciando-os conforme uma letra e um número. A corrente transportada por qualquer condutor, durante longos períodos em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo não seja ultrapassada.

3.5.3 CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

Para que os equipamentos pertencentes a instalação operem de maneira adequada, é necessário que a tensão nos mesmos esteja dentro de limites pré-definidos.

Ao longo do trajeto entre a subestação e o circuito terminal, há uma queda de tensão nos condutores devido às perdas por efeito Joule provenientes das resistências dos mesmos. Assim, torna-se essencial o dimensionamento dos condutores de tal maneira que ocorra limitação da queda de tensão aos valores especificados pela norma NBR 5410. Os limites de queda de tensão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Limites das quedas de tensão.

Denominação	Percentual
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da unidade consumidora.	7%
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora, quando o ponto de entrega for aí localizado.	7%
A partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição.	5%
A partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.	7%
Queda de tensão nos circuitos terminais	4%

Dado que a maior queda de tensão ocorre no extremo do circuito terminal, recomenda-se concentrar a carga total ligada ao mesmo na sua extremidade com objetivo de facilitar o cálculo da queda de tensão, já que este corresponde ao pior caso. Ao efetuar tal cálculo, deve-se verificar se a queda de tensão está em níveis aceitáveis, em caso positivo, o valor real da queda de tensão também estará, pois este é menor que o previsto em cálculo.

3.5.4 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Qualquer instalação elétrica deve conter determinados dispositivos de proteção visando a integridade pessoal e de máquina.

Os projetos realizados em tal área devem contemplar circuitos de proteção contra sobrecorrentes, contra choques elétricos e contra sobretensões. Dessa forma, devem obedecer alguns requisitos básicos. São eles:

- i. seletividade: o defeito deve ser eliminado retirando-se a menor parte possível da rede, a fim de manter o máximo índice de continuidade de serviço;
- ii. confiabilidade: o sistema de proteção sempre deve atuar em caso de defeito;

- iii. velocidade: o sistema de proteção deve atuar de maneira mais rápida possível, para evitar maiores danos aos equipamentos;
- iv. sensibilidade: a faixa de incerteza entre as condições de operação e não operação deve ser a menor possível.

Os componentes da instalação elétrica, condutores e equipamentos, são frequentemente solicitados por tensões e correntes diferentes dos valores nominais. Essas solicitações são, normalmente, sobrecarga, corrente de curto circuito e sobretensão.

Os dispositivos de proteção presentes em uma instalação elétrica são, de forma geral, disjuntores, DRs e dispositivos de proteção contra surto (DPS).

O disjuntor é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor automático destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto circuitos e sobrecargas elétricas. Podem ser do tipo termomagnético ou diferencial residual.

O disjuntor termomagnético oferece proteção aos condutores do circuito, desligando-o automaticamente quando da ocorrência de uma sobrecorrente.

O disjuntor DR tem por finalidade a proteção de pessoas contra choques elétricos causados por contatos acidentais com redes ou equipamentos elétricos energizados. Oferece, também, proteção contra incêndios que podem ser ocasionados por falhas no isolamento dos condutores e equipamentos. Este dispositivo mede, permanentemente, a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito, avaliando a corrente de fuga no mesmo. Deste modo, permite desligar o circuito sempre que há detecção de uma corrente de fuga superior ao valor nominal, fato este possível devido à sensibilidade do dispositivo (30 mA para proteção contra choques elétricos).

3.5.4.1 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

Sobrecorrentes são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal. Estas podem ser originadas por solicitação do circuito acima das características de projeto, sobrecarga, ou por falta (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são equipamentos elétricos capazes de conduzir e interromper correntes em condições normais e anormais de operação.

Pode-se citar como exemplo os disjuntores, fusíveis e relés térmicos.

3.5.4.2 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA

As sobrecargas caracterizam-se por provocar no circuito correntes superiores à corrente nominal, oriundas de solicitações dos equipamentos acima de suas capacidades nominais. Circuitos elétricos que estejam atendendo a cargas de potência nominal acima daquelas dos valores nominais previstos no projeto do mesmo constituem exemplo de ocorrência de sobrecarga. As sobrecargas produzem elevação da corrente do circuito a valores, em geral, de algum percentual acima do valor nominal até no máximo de dez vezes a corrente nominal do mesmo e trazem efeitos térmicos prejudiciais (FILHO, 2001).

A sobrecarga, mesmo sendo uma solicitação acima da normal, é, em geral, moderada e é limitada em sua duração por dispositivos que atuam segundo uma curva *tempo x corrente* como característica inversa. Os dispositivos utilizados nesse tipo de proteção são relés térmicos ou bimetálicos e disjuntores termomagnéticos (FILHO, 2001).

Os requisitos básicos a seguir devem ser atendidos para proteção contra sobrecarga.

- v. é necessária a aplicação de dispositivos de proteção para interromper as correntes de sobrecarga nos condutores dos circuitos, de sorte a evitar o aquecimento da isolação, das conexões e de outras partes contíguas da instalação além dos limites previstos por norma;
- vi. os dispositivos de proteção contra sobrecarga devem ser localizados nos pontos do circuito onde acha uma mudança qualquer que assinale uma redução do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores;
- vii. o dispositivo que protege um circuito contra sobrecargas pode ser colocado ao longo do percurso do mesmo, se a parte do circuito compreendida entre a troca de seção, de natureza, de maneira de instalar ou de constituição e o dispositivo de proteção não possuir qualquer derivação nem tomada de corrente e atender a uma das duas condições:
 - estar protegida contra curto circuitos;

- não ter comprimento maior que 3 m, ser instalada de modo a reduzir ao mínimo o risco de curto circuito e ao estar situada nas proximidades de materiais combustíveis.
- viii. os dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga em circuitos de motor devem ser sensíveis a corrente absorvida pelo motor, tendo, no entanto, as características compatíveis com o regime de corrente departida, tempo admissível com rotor bloqueado e tempo de aceleração.
- ix. o dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecarga deve atender à condição explicitada pela Equação 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z, \quad (1)$$

em que I_B corrente de projeto do circuito [A], I_N é a corrente nominal do dispositivo de proteção [A] e I_Z descreve a capacidade de condução de corrente do condutor [A].

3.5.4.3 PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO

Os curtos circuitos são provenientes de defeitos graves e produzem correntes elevadas, normalmente, superiores a 10 vezes, podendo chegar a 100 vezes do valor da corrente nominal do circuito. A ocorrência deste fenômeno provoca, por consequência, elevadas solicitações térmicas e mecânicas aos condutores e aos demais dispositivos que estão conectados ao circuito.

Os principais dispositivos utilizados para esse tipo de proteção são fusíveis, disjuntores magnéticos e termomagnéticos (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

Dois requisitos básicos para o dimensionamento dos dispositivos para este tipo de proteção, são expressos nas Equações 2 e 3:

$$I_{NT} \geq I_{CS}, \quad (2)$$

$$T_{DD} \leq T_L, \quad (3)$$

onde I_{NT} é a capacidade de interrupção do dispositivo de proteção [A], I_{CS} é a corrente de curto-circuito que passa pelo dispositivo [A], T_{DD} consiste no tempo de disparo do dispositivo para o valor de I_{CS} [s] e T_L é o tempo limite de atuação do dispositivo [s].

3.5.4.4 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

A NBR 5410 estabelece algumas assertivas para garantir a proteção de pessoas, animais domésticos e bens contra sobretensões causadas por contato acidental entre condutores de tensões diferentes ou defeitos no transformador, sem que essas sobretensões possam colocar em risco a integridade das pessoas e da instalação.

Algumas causas de sobretensões podem ser citadas, como (CAVALIN e CERVELIN, 2006):

- i. falha do isolamento para outra instalação de tensão mais elevada;
- ii. surtos atmosféricos;
- iii. chaveamento de cargas indutivas de potência;
- iv. eletricidade estática;
- v. correção de fator de potência;
- vi. interrupção de energia elétrica da rede.

A causa mais frequente de queima de equipamentos eletrônicos, tais como os computadores e TVs, é a sobretensão causada por descargas atmosféricas ou manobras de circuito.

O dispositivo utilizado para esse fim é o dispositivo de proteção contra surtos (DPS). A seleção do DPS é feita seguindo os seguintes critérios:

- i. nível de proteção;
- ii. máxima tensão de operação contínua;
- iii. sobretensões temporárias;
- iv. corrente nominal de descarga;
- v. suportabilidade à corrente de curto-circuito;
- vi. coordenação do DPS.

3.5.4.5 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

Há duas maneiras de ocorrência do choque elétrico: por contato direto ou por contato indireto. No primeiro caso, a pessoa entra em contato com partes vivas da instalação. O segundo ocorre quando massas são energizadas acidentalmente e há, posteriormente, o contato da pessoa.

As medidas de prevenção contra choque são classificadas em ativas e passivas. Nas ativas, ocorrerá o seccionamento automático da alimentação com o objetivo de impedir que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas ou animais. Enquanto que, nas passivas, o objetivo consiste em limitar o valor da corrente elétrica que possa passar pelo corpo humano, através de um eficiente aterramento das massas, bem como impedir, através da isolação das partes vivas, o contato com as partes energizadas.

O principal dispositivo utilizado na proteção contra contatos diretos é o disjuntor diferencial residual, o DR.

A Norma NBR 5410/2004 indica o uso dos disjuntores DR nos seguintes casos:

- circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local internomolhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

3.5.5 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTOS

Denomina-se conduto o componente da instalação elétrica que fornece um meio envoltório aos condutores. Dentre os seus variados tipos, como calhas, bandejas metálicas, canaletas, entre outros, destaca-se os eletrodutos pelo seu vasto uso nas instalações elétricas.

Na especificação da norma NBR 5410, só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama. Em instalações embutidas, só serão permitidos eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada. Além disso, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação. Algumas prescrições para o uso de eletrodutos são estabelecidas na norma referenciada:

- i. os dutos somente devem conter mais de um circuito nos seguintes casos, dada a obediência das três condições:
 - os circuitos pertençam à mesma instalação, isto é, originem-se do mesmo dispositivo geral de manobra e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica;
 - as seções nominais dos condutores fase estejam contidas em um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
 - os condutores isolados e os cabos isolados tenham a mesma temperatura máxima para serviço contínuo.

- ii. no caso dos circuitos de força e de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento, só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares nos eletrodutos, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo, quando tal condutor destinar-se a aterramento.

- iii. as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Portanto, fica estabelecido que a taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:
 - 53% no caso de um condutor;
 - 31% no caso de dois condutores;
 - 40% no caso de três ou mais condutores.

- iv. Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.

3.5.6 PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE APARTAMENTOS

Para realizar o projeto da instalação elétrica de apartamentos, é necessário analisar cada unidade residencial da edificação, fazendo a previsão de sua carga. Durante a execução da obra, alguns clientes podem solicitar alterações, tanto da planta arquitetônica, como do projeto elétrico, com o intuito de aumentar e/ou mudar pontos de iluminação e de tomada em determinados cômodos do apartamento. Em contrapartida, isto implica em alterações no orçamento inicial.

A partir disto, pode-se definir quais e quantos serão os circuitos utilizados em cada apartamento. Deste modo, é realizada uma série de atividades para elaboração do projeto:

- definição das posições de pontos de iluminação, de interruptores e de tomadas;
- definição da posição do quadro do apartamento;
- definição do percurso dos eletrodutos e quais cabos passarão em cada eletroduto;
- colocação da simbologia e da legenda;
- desenho de detalhes construtivos necessários.

3.5.7 PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM CONDOMÍNIO

Após a conclusão do projeto elétrico dos apartamentos, dá-se início a etapa do projeto da instalação elétrica de um condomínio, seguindo-se os passos:

- definição das posições dos pontos de iluminação, de interruptores, de tomadas e de iluminação de emergência;
- definição da posição dos quadros de medição dos apartamentos e do quadro de medição do condomínio;
- definição do percurso dos eletrodutos e quais fios passarão em cada eletroduto;
- colocação da simbologia e da legenda;
- desenho de detalhes construtivos necessários.

4 NORMAS REGULAMENTADORAS

A elaboração de projetos elétricos é feita com base em algumas normas, com o intuito de regulamentar tal atividade e propiciar segurança e requisitos mínimos às instalações.

As normas utilizadas para projetos de instalações elétricas de baixa tensão são: NBR 5410 e NBR 5413 elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e as normas provenientes à concessionária de distribuição de energia elétrica local, Energisa, que são: NDU 001, NDU 003, NDU 006, NDU 018.

4.1 NORMA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A norma ABNT NBR 5410 é a norma brasileira que rege as instalações elétricas de baixa tensão e estabelece as condições que devem ser satisfeitas para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a integridade dos equipamentos.

Esta norma é aplicada às instalações elétricas alimentadas por uma tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou alimentada por uma tensão de 1500 V em corrente contínua.

É utilizada principalmente nas instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, etc.).

De maneira geral, a NBR 5410 trata de especificar requisitos para sistemas de aterramento da instalação, da proteção a ser instalada, do dimensionamento de circuitos, da quantidade máxima de condutores permitidos nos eletrodutos, entre outros.

4.2 NORMAS DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA (NDU)

O estudo das normas da concessionária de energia elétrica é de fundamental importância pelo fato de que todos os projetos, após finalizados, são submetidos à aprovação por parte da mesma, a fim de que a ligação da instalação à rede de

distribuição seja realizada. Para que os projetos sejam aprovados, adotam-se os padrões estabelecidos pela concessionária.

A Norma de Distribuição Unificada 1 da concessionária Energisa, NDU 001, trata do fornecimento de energia elétrica em tensão secundária para edificações individuais ou agrupadas até 3 (três) unidades consumidoras. Ela fixa os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da concessionária, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor.

A NDU 003 expõe o fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária para a alimentação de agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 (três) unidades consumidoras, incluindo-se aquelas unidades com carga instalada superior a 75 kW. Ela tem por objetivo estabelecer regras e recomendações, com relação à elaboração de projeto e execução das instalações das unidades consumidoras.

A NDU 006 trata dos critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aéreas urbanas, com o objetivo de estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração de tais projetos na classe de tensão 15/25 kV, em toda área de concessão da Energisa, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

E, por fim, a NDU 018, a qual expõe os critérios básicos de projetos de construções de redes subterrâneas em condomínios, padronizando a montagem destas redes de distribuição urbana de Média Tensão e Baixa Tensão, em toda área de concessão da Energisa (Borborema, Nova Friburgo, Minas Gerais, Sergipe e Paraíba).

5 O ESTÁGIO

O início das atividades ocorreu com a familiarização das obras em execução, mais especificamente no Residencial Francisco Pinto. Nesta etapa, o engenheiro promoveu uma apresentação a todos os funcionários e aos diversos locais da obra.

Foi relatado, também, algumas alterações necessárias na execução dos projetos devido a alguns empecilhos encontrados nesta fase, como mudança na posição dos quadros dos apartamentos tipo.

5.1 RESIDENCIAL FRANCISCO PINTO

O Residencial Francisco Pinto encontra-se em fase de execução, com término previsto para outubro de 2015. O mesmo consiste de um empreendimento de 24 (vinte e quatro) andares e 70 (setenta) apartamentos localizado na Rua Desembargador Trindade, 411, Centro, Campina Grande, Paraíba.

O projeto elétrico deste empreendimento foi comprado junto a uma empresa terceira do ramo, denominada de EngPred.

O início das atividades se deu com a análise do projeto elétrico em questão e, posteriormente, com a inspeção do trabalho desenvolvido pela equipe de eletricitas do local.

Na primeira inspeção dos apartamentos tipo, verificou-se pontos de iluminação e pontos de tomada com enorme desperdício de condutores de $2,5 \text{ mm}^2$, além disso, os quadros de carga foram alterados de posição, inicialmente presentes no corredor e, após a mudança, na área de serviço.

Foi gerado um relatório com o objetivo de descrever todas as alterações realizadas pela equipe dos eletricitas, no desenvolvimento de suas respectivas atividades, face ao estabelecido no projeto. Uma série de mudanças realizadas por estes profissionais foram detectadas, como no caminho dos eletrodutos e na posição dos pontos de iluminação e tomada. O citado relatório encontra-se no apêndice A.

Assim, a necessidade de supervisão do trabalho dos eletricitistas é de fundamental importância, de modo a evitar alterações no projeto sem a devida anuência dos responsáveis, sejam eles os engenheiros da obra ou a empresa contratada.

Diariamente, uma inspeção do andamento do serviço dos eletricitistas, assim como da quantidade de material elétrico, por eles, retirada, era realizada.

O controle do estoque de material elétrico era realizado semanalmente. Caso houvesse a necessidade de compra dos mesmos, seja de caixas de PVC, eletrodutos, cabos, etc., a requisição era feita diretamente aos fornecedores, sendo o orçamento passado ao engenheiro responsável.

Além de atividades no âmbito da engenharia elétrica, atividades de engenharia civil também foram desenvolvidas, como a busca pelo conhecimento das etapas da execução da obra, bem como do tipo dos materiais empregados e o por que dos mesmos, como a utilização de cubetas para a construção da laje, ao invés, apenas, de concreto, fato comum nas obras mais antigas.

A cada quinzena, um levantamento do material patrimonial era realizado, com vistas ao seu aproveitamento no conjunto de empreendimentos da empresa.

Em um determinado momento, as rochas presentes, e que necessitavam ser removidas para o prosseguimento da obra, junto ao muro conjugado à casa vizinha (empresarial de advogados) danificaram o mesmo, de tal maneira que foi imprescindível a sua reconstrução. Para tanto, foi necessário para uma arguição junto aos responsáveis da casa com o intuito de solicitar a reconstrução do muro.

Existia uma bomba d'água trifásica no rescinto que era ligada a uma extensão elétrica. Ademais, quando esta era necessitada, os auxiliares a retirava para uso em outras localidades da obra, sendo que tal procedimento era feito mediante um ato de puxá-la utilizando o cabo como apoio, fato este que acarretou na soltura dos condutores fase dentro da extensão. Deste modo, ocorreu a queima do equipamento. Situação comprovada pela verificação da continuidade das fases no plug da bomba.

A tarefa de designação de ajuda de custo para transporte e de bonificação por produção do trabalhador era de minha responsabilidade. Esta última era feita diariamente por meio do acompanhamento do desempenho individual dos eletricitistas, bem como dos outros auxiliares. Ao fim do mês, os valores eram repassados ao engenheiro para que o pagamento pudesse ser efetuado.

Para realizar o furo da laje de modo a permitir a passagem dos canos pluvial e de esgoto, foi utilizada uma perfuratriz. Esta parou de funcionar momentaneamente devido

a um aumento da temperatura. Fato este acusado por um termostado instalado no equipamento. Horas depois, o dispositivo voltou a operação normal.

5.2 RESIDENCIAL MARCUS GABRIEL

O Residencial Marcus Gabriel é situado na Rua Santa Catarina, 1048, Bairro Liberdade, Campina Grande, Paraíba. Atualmente encontra-se em fase de execução com término previsto para setembro de 2014. É constituído de duas torres.

O projeto elétrico foi obtido junto a uma empresa terceira denominada de AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.

Neste empreendimento, foi gerado um relatório com o objetivo de descrever todas as alterações realizadas pela equipe dos eletricitistas, no desenvolvimento de suas respectivas atividades, face ao estabelecido no projeto, que encontra-se no apêndice B.

5.3 RESIDENCIAL CRISTIANO LAURITZEN

O Residencial Cristiano Lauritzen situa-se na Rua Desembargador Trindade, 250, Centro, Campina Grande, Paraíba e encontra-se em fase de inicial de execução.

O projeto elétrico foi obtido junto a uma empresa terceira denominada de AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.

Neste empreendimento, foi gerado um relatório descrevendo a quantidade de material elétrico necessário para toda a obra, o qual encontra-se no apêndice C.

6 CONCLUSÃO

As atividades realizadas durante o estágio foram de fundamental importância, tanto pelo conhecimento das etapas de execução de projetos, quanto pela experiência de trabalho adquirida em uma empresa. Em adição, a convivência com os demais trabalhadores, como engenheiros e auxiliares, foi essencial para conhecer o ritmo de trabalho e a segurança que o engenheiro deve transmitir à sua equipe, além de estabelecer planos de execução junto aos auxiliares.

É marcante a necessidade de uma supervisão do trabalho e do desempenho dos profissionais envolvidos em um empreendimento, visto que alterações na etapa de execução do projeto podem ocorrer de maneira comum sem a autorização dos responsáveis.

As principais dificuldades encontradas durante a realização do estágio foram a falta de conhecimento de cunho da engenharia civil e o convívio com os auxiliares das obras.

A vivência propiciada por este estágio no âmbito burocrático, como nos processos de admissão e demissão, conhecimento de algumas leis trabalhistas e econômicas foi gratificante, uma vez que é um papel de responsabilidade do engenheiro e que não é apresentada na esfera acadêmica.

Para futuros estagiários na empresa, fica sugerido acompanhar o processo de instalação das subestações dos empreendimentos, bem como o de fiscalizar o trabalho desenvolvido pelos auxiliares. Não obstante, tomar conhecimento dos procedimentos para ligação da carga à rede elétrica junto ao projeto elétrico desenvolvido, com consultas as normas em vigor. Para tanto, o futuro estagiário encontrará todos os relatórios que descrevem os principais erros cometidos pelos funcionários e, deste modo, a base para o seu trabalho será facilitado.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 209. 2004.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais**. 14ª. ed. São Paulo: Erica, 2006.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada – NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras**. Sistema Cataguases. Leopoldina. 2006.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada – NDU 003: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária - fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras**. Sistema Cataguases. Leopoldina. 2006.

FILHO, D. L. L. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 6ª. ed. São Paulo: Erica, 2001.

FILHO, J. M. **Instalações Elétricas Industriais**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

APÊNDICE A – RELATÓRIO PARTE ELÉTRICA

RESIDENCIAL FRANCISCO PINTO



RELATÓRIO PARTE ELÉTRICA FRANCISCO PINTO APT 102

- Eletroduto da sala de estar (1a) para Jantar (1b) toma caminho diferente do projeto: Sai do primeiro ponto de iluminação (1a) para Jantar (1b), vide Figuras 1a e 1b, no entanto o mesmo deveria sair do segundo ponto de iluminação (1a);



(a)



(b)

Figuras 1a e 1b. Eletroduto sai do ponto de iluminação da Sala de estar (1a) para Jantar (1b) por um ponto diferente do projeto.

- Ponto de iluminação do corredor (1g) deveria receber eletroduto de Jantar (1b) e enviar dois eletrodutos: um para suíte 01 (1k) e um para o interruptor $S_{w(g)}$, mas cinco eletrodutos estão saindo do mesmo, conforme Figura 2;



Figura 2. Ponto de iluminação 1g está enviando cinco eletrodutos.

- O ponto de iluminação do corredor (1g) está alimentando a suíte 03 (1h). Isto deveria ser feito pelo ponto de iluminação do WCB (1i);
- Desperdício de cabos **fase**, **neutro** e **terra** em uma tomada da suíte 03;
- Falta fiação de uma tomada dupla na suíte 03;
- Ponto de iluminação (1h) deveria desembocar quatro eletrodutos, no entanto, envia três da maneira que é apresentada na Figura 3;

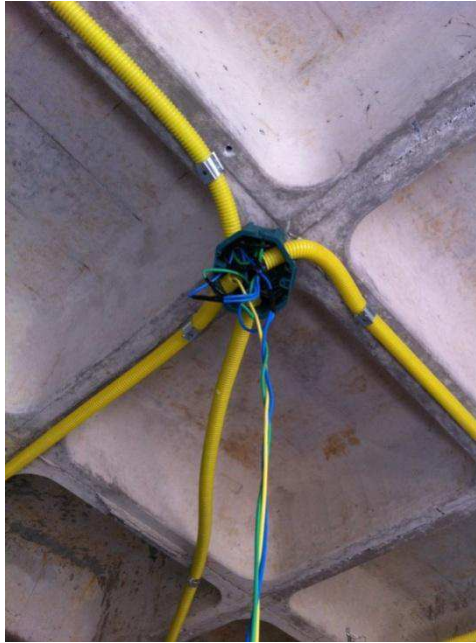


Figura 3. Ponto de iluminação 1h envia três eletrodutos.

- Ponto de iluminação do WCB da suíte 03 envia três eletrodutos. Deveria enviar dois.
- **WCB Social**
 - Deveria ser alimentado pelo ponto de iluminação da suíte 02 (1j), mas o é pelo ponto de iluminação do corredor (1g);
 - Deveria enviar dois eletrodutos, em contrapartida, está enviando três;
 - Presença de emenda no cabo do chuveiro (cabos de 6mm emendado em cabos de 2,5 mm), conforme Figura 4;

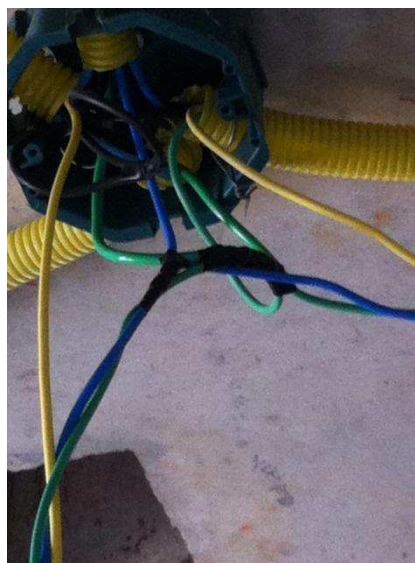


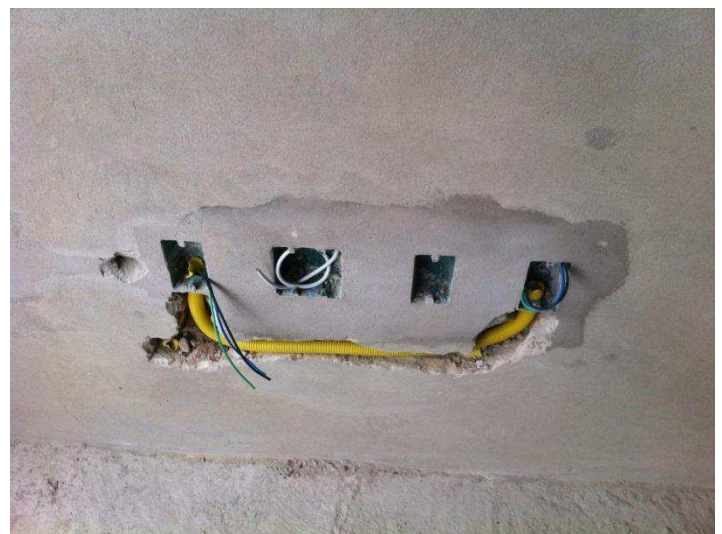
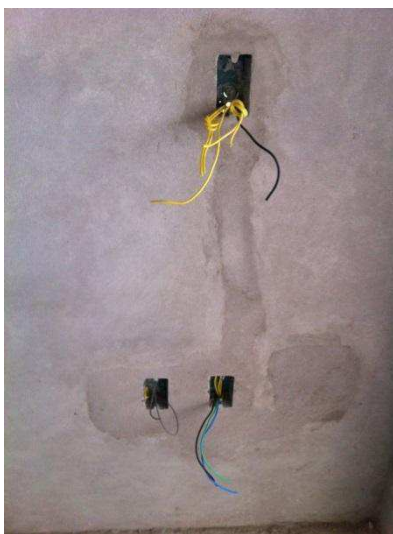
Figura 4. Presença de emenda no cabo do chuveiro.

- Interruptor do chuveiro mudado de posição.
- **Suíte 01**
 - Presença de um condutor **fase** que não está no projeto no interruptor de entrada $S_{W2(k,l)}$. Vide Figura 5;



Figura 5. Presença de um condutor fase no interruptor de entrada da suíte 01.

- Split mudado de posição;
- Mudança de posição dos pontos de antena coletiva e VDI, conforme mostrado nas Figura 6a e 6b.



(a)(b)

Figuras 6a e 6b. Mudança da posição dos pontos de antena coletiva e VDI.

- **Copa Cozinha**

- Ponto de iluminação (1d) deveria enviar quatro eletrodutos, mas está enviando três já que o interruptor $S_{w2(d,e)}$ está sendo alimentado por Jantar (1b);
- Desperdício de cabos no ponto de iluminação (1d). Figura 7;



Figura 7. Desperdício de cabos no ponto de iluminação (1d).

- Presença de seis retornos no interruptor $S_{w2(d,e)}$. Deveria ser cinco;
- Deveria existir uma tomada média próxima ao interruptor $S_{w2(d,e)}$, no entanto, a mesma foi retirada;
- Deveria existir uma tomada média e uma tomada alta junto à viga, em contrapartida, as mesmas foram deslocadas para o lugar próximo ao interruptor $S_{w2(d,e)}$, conforme apresentado na Figura 8.



Figura 8. As tomadas média e alta foram deslocadas para a parede contrária, enquanto que uma tomada média foi retirada.

- **Área de Serviço**

- Ponto de iluminação (1f) deveria enviar dois eletrodutos, mas está enviando três;
- Falta tomada da máquina de lavar roupas;
- Quadros de Distribuição foram mudados para a área de serviço (no projeto constam no corredor);
- Desperdício de cabos nos Quadros de Distribuição. Ver Figuras 9a e 9b.



(a)(b)

Figuras 9a e 9b. Desperdício de cabos nos Quadros.

- **Contabilização do desperdício dos cabos**

- **2,5 mm**
 - **Fase:** 14,24 m;
 - **Neutro:** 16,37 m;
 - **Terra:** 13,7 m;
 - **Retorno:** 0,83 m.
- **6 mm**
 - **Fase:** 2,4 m;
 - **Neutro:** 3,6 m;
 - **Terra:** 3,6 m.

- **Branco:** 15,3 m.
- **Cinza:** 15,5 m.

APÊNDICE B – RELATÓRIO PARTE ELÉTRICA

RESIDENCIAL MARCUS GABRIEL



RELATÓRIO PARTE ELÉTRICA MARCUS GABRIEL

1. APT 203 - QDL TIPO 02

- **Jantar/Estar**
 - Presença de uma tomada baixa a mais do que está no projeto (parede esquerda);
 - Condutor fase de iluminação (1,5 mm²) utilizado na cor vermelha e não preta, a qual é descrita no projeto;
 - Presença de três retornos no interruptor de duas seções. No projeto constadois;
 - Eletroduto que iria alimentar as tomadas de meia altura sai da varanda. Deveria sair do ponto de iluminação central, segundo

projeto. Este fato acontece em todos os cômodos e caracteriza desperdício de eletroduto;

- As duas tomadas de meia altura foram instaladas como tomadas baixas;
- Ainda não há condutores em uma das tomadas de meia altura (instaladas como tomadas baixas) e na tomada baixa adicional;
- Ponto de iluminação 1d deveria desembocar dois eletrodutos: um para um interruptor e outro para ponto de luz da cozinha, no entanto, está enviando seis;
- Presença de três eletrodutos cortados no teto;
- O quarto mais próximo da sala deveria ser alimentado pelo ponto de iluminação do corredor, mas o é pelo ponto de iluminação 1d.

- **Quarto mais próximo de Jantar/Estar**

- Ponto de iluminação deveria enviar cinco eletrodutos, mas envia quatro;
- Eletroduto do Split não passa pelo ponto de iluminação;
- Presença de um local a mais para tomada (não há condutores) próximo à janela;

- **BWC**

- Deveria ser alimentado pelo ponto de iluminação 2a do corredor e pela cozinha, mas o é pelo ponto de iluminação 2a e pelo ponto 1d (Jantar/Estar);

- **Corredor**

- Interruptor *three way* deveria estar mais próximo do quarto do que da sala.

- **Quarto mais próximo da suíte**

- Deveria ser alimentado pelo quarto mais próximo da sala, mas o é pelo ponto de iluminação do corredor;
- Presença de tomada de meia altura próxima da tomada de Split. A mesma não está no projeto;
- Não há as duas tomadas baixas próximas à janela;

- Presença de duas tomadas baixas na parede onde não consta suas presenças no projeto (parede da direita – tomando como referência a entrada do cômodo);
- Não há tomada de meia altura próxima ao interruptor.
- **Suíte**
 - Ponto de iluminação alimentado pelo BWC serviço;
 - Deveria desembocar três eletrodutos, mas desemboca quatro;
 - Uma das tomadas de meia altura próxima ao Split não contém condutor;
 - Presença de uma tomada baixa a mais próxima ao interruptor *three way*.
- **BWC Suíte**
 - Alimentado pelo ponto de iluminação 2 do quarto, deveria ser pelo BWC de serviço.
- **Cozinha**
 - Presença de uma tomada de meia altura próxima à campainha que não está no projeto (não há eletrodutos nem nesta tomada nem na tomada baixa próxima a ela);
 - Não há alimentação para os pontos de tomadas de meia altura e alta;
 - Não há condutores na cozinha.
- **BWC Serviço**
 - Deveria ser alimentado pela suíte e cozinha, mas o é pelo BWC.

2. APT 202- QDL TIPO 02

- **Jantar/Estar**
 - Presença de três retornos no interruptor de entrada (deveria ser dois);

- Só há uma tomada de meia altura próxima à varanda (deveria ser duas);
- Presença de eletrodutos cortados.

- **Corredor**
 - Deveria ser alimentado pelo BWC e enviar três eletrodutos, mas envia quatro.

- **Quarto mais próximo da varanda**
 - Deveria ser alimentado pelo corredor e enviar quatro, mas envia três.

- **Quarto próximo da suíte**
 - Não há tomada de meia altura próxima ao interruptor;
 - Presença de tomada de meia altura próxima à tomada do Split;
 - Tomada baixa próxima da janela foi retirada.

- **Suíte**
 - Presença de apenas uma tomada de meia altura próxima do Split (deveria ser duas);
 - Deveria haver quatro tomadas baixas, mas só há duas;
 - Ponto de iluminação deveria ser alimentado pelo BWC serviço, mas o é pelo corredor. Além disso, deveria desembocar dois eletrodutos, mas desemboca quatro.

3. APT 204- QDL TIPO 01

- **Jantar/Estar**
 - Presença de eletrodutos cortados;
 - Retirada de uma tomada de meia altura próxima à varanda.

- **Quarto próximo da varanda**

- Presença de duas tomadas baixas próximas à janela (deveria ser uma);
- Presença de duas tomadas de meia altura próximas ao Split. Não deveria ter.

- **Quarto próximo da suíte**
 - Presença de duas tomadas de meia altura próximas ao Split. Deveria ser uma tomada baixa;
 - Tomada baixa próxima à janela foi retirada;
 - Não há tomada baixa próxima ao interruptor;
 - Presença de duas tomadas baixas na parede da direita. Não deveria ter.

- **BWC**
 - Arandela está em posição diferente da do projeto.

- **Suíte**
 - Tomada média próxima à janela foi retirada.

- **BWC suíte**
 - Arandela está em posição diferente da do projeto.

- **Cozinha**
 - Presença de uma tomada média, que não está no projeto, próxima à campainha.

4. APT 201- QDL TIPO 01

- **Jantar/Estar**
 - Não há tomada baixa próxima ao interruptor;
 - Não há as duas tomadas de meia altura próximas à varanda;
 - Há duas tomadas baixas próximas à varanda. Deveria ser uma;

- Deveria haver cinco tomadas médias. Só há quatro;
- Presença de uma tomada de meia altura próxima à campainha que não está no projeto.

- **BWC**
 - Arandela está em posição diferente da do projeto.

- **Quarto próximo da varanda**
 - Não há tomada baixa na parede da direita;
 - Presença de duas tomadas baixas próximas à janela. Deveria ser uma;
 - Não há tomada para Split.

- **Quarto próximo da suíte**
 - Não há tomada média próxima ao interruptor;
 - Presença de tomada baixa na parede esquerda que não está no projeto;
 - Não há tomada para Split.

- **BWC suíte**
 - Arandela está em posição diferente da do projeto.

APÊNDICE C – RELATÓRIO QUANTITATIVO DE MATERIAL RESIDENCIAL CRISTIANO LAURITZEN



QUANTITATIVO MATERIAL ELÉTRICO CRISTIANO LAURITZEN

- Caixa PVC sextavada: 1567
- Caixa PVC 20x20 cm: 388
- Tomada simples: 2266
- Tomada dupla: 891
- Interruptor simples: 640
- Interruptor de duas seções: 216
- Interruptor de três seções: 4
- Interruptor *three way*: 342
- Interruptor de chuveiro: 175
- Arandela: 190
- Campainha: 86
- Sensor de presença instalado no teto: 118
- Sensor de presença instalado na parede: 154
- Luminária fluorescente 2x32 W: 143
- Poste ornamental equipado com lâmpada PL-eletrônica de 20 W: 27
- Ponto de luz instalado na parede: 14

- **Ponto de forçatrifásico:** 1
- **Tubulação sob o teto:** 17685,9 m
- **Perfilado perfurado 38x38 mm:** 1118,2 m
- **Tubulação embutida no piso:** 113,9 m
- **Eletrocalha perfurada 600x100x3000 mm:** 131 m

Tabela 4. Quantidade de cabos.

	CABOS (em metros)		
	1,5 mm²	2,5 mm²	6 mm²
Preto	11272,9	232,3	
Vermelho		21907,9	20698
Verde	7512,5	22418,5	9518
Azul	9254,5	22600	9518
Amarelo	12798,6	129,6	