

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

Welch MARIA MARTINIANO DE LIMA



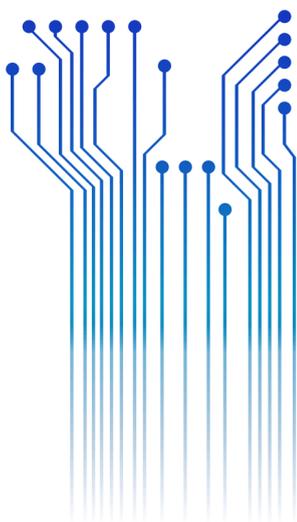
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

PLANC ENGENHARIA E INCORPORAÇÃO



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2017

WELCH MARIA MARTINIANO DE LIMA

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.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:
Luis Reyes Rosales Montero

Campina Grande
2017

WELCH MARIA MARTINIANO DE LIMA

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.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina
Grande Convidado, UFCG

Professor Luis Reyes Rosales Montero,
D. Sc.
Universidade Federal de Campina
Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois a caminhada até aqui foi longa e difícil, mas ele sempre esteve comigo.

Agradeço ao meu pai Erivan e aos meus avós Socorro e Antônio, que durante todo curso trabalharam incansavelmente para que eu tivesse a oportunidade e condições de estudar em outra cidade, as minhas irmãs Shamira e Erianny que também me ajudaram nessa trajetória.

Ao meu esposo Yohansson Lucas que enfrentou junto comigo os piores momentos dessa jornada e nunca me deixou desistir, me apoiando e me dando forças para continuar.

Agradeço também aos meus queridos amigos de curso: Helton, Ewerton, Hέλvio, Ivana, Pollyana, pelo o apoio e esforços para conclusão desse momento tão importante.

Agradeço ao meu orientador Luis Reyes por ter aceitado me orientar e pela contribuição com o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do DEE, que sempre tratam os alunos com carinho e respeito, em especial a Adail, por toda atenção nas vezes que precisei.

A empresa PLANC que me deu oportunidade de crescer profissionalmente e dar o primeiro passo no mercado de trabalho e a todos que tive a oportunidade de conhecer e trabalhar durante o estágio.

RESUMO

Este trabalho relata o estágio integrado da aluna Welch Maria Martiniano De Lima, realizado na empresa PLANC, em um canteiro de obra do edifício residencial Vicente Van Gogh localizado em João Pessoa, Paraíba, no período de maio de 2017 a agosto de 2017. As atividades do referido estágio foram de fiscalização da instalação elétrica de baixa tensão e atividades realizadas na parte administrativa.

Palavras-chave: Estágio Integrado; Instalações Elétricas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Escritório PLANC.....	8
Figura 2 – Fachada do Vicent Van Gogh.....	10
Figura 3 – Planta Baixa Pavimento Tipo Padrão	10
Figura 4 – Tipos de condutores	15
Figura 5 – Esquema de funcionamento de um aquecedor de passagem a gás	18
Figura 6 – Divisões internas feitas com paredes de Drywall	19
Figura 7 – Tubulações elétricas no Drywall	20
Figura 8 – Estrutura e fixação do Drywall.	21
Figura 9 – Planta baixa com projeto elétrico apartamento tipo	23
Figura 10 – Planilha acabamento elétrico Vicent Van Gogh	24
Figura 11– Quadro sem disjuntores	25
Figura 12 – Quadro com disjuntores	25
Figura 13 – Caixa polar com erro de instalação na posição horizontal.....	26
Figura 14 – Caixa polar com erro de instalação na posição vertical.....	26
Figura 15 – Paredes De Drywall	27
Figura 16 – Tubulação para ar condicionado no Drywall.....	27
Figura 17 – Projeto elétrico da subestação	29
Figura 18 – Eletrocalhas.....	30

SUMÁRIO

1 Introdução	8
2 Apresentação Da Empresa	8
Edifício Vicent Van Gogh	9
3 Fundamentação Teórica	10
Projeto Elétrico.....	11
Previsão De Carga	11
Previsão De Carga De Iluminação.....	11
Previsão De Carga De Pontos De Tomadas	12
Eletroduto.....	14
Condutores.....	15
Capacidade De Condução De Corrente	15
Dispositivo De Proteção Contra Sobre Correntes.....	16
Aquecimento De Água a Gás.....	17
Drywall	18
4 Atividades Realizadas	22
Controle De Qualidade Das Instalações Elétricas.....	22
5 Subestação	28
Aterramento.....	29
6 Atividades Administrativas	30
Conclusão	31
Referências	32
Anexo A- Memorial De Cálculo	33

1 INTRODUÇÃO

O Estágio Integrado é uma disciplina obrigatória da grade curricular do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande que tem como objetivo aproximar o aluno de uma realidade envolvida no ambiente de trabalho de uma empresa. O estágio possibilita que o aluno aplique na prática a teoria adquirida na sala de aula, motivando-o a trabalhar em equipe. Dessa maneira, melhorando sua integração com o local e com os colaboradores, facilitando o entendimento de projetos como um todo e o familiarizando com rotinas burocráticas.

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no estágio integrado pela aluna Welch Maria Martiniano De Lima, no período de 15 de Maio de 2017 a 7 de Setembro de 2017, cumprindo 40 horas semanais em um canteiro de obra de edifício residencial chamado Vicent Van Gogh, construído pela empresa PLANC, localizado em João Pessoa, Paraíba. A estagiária teve como atividades acompanhar e fiscalizar a execução de alguns projetos elétricos de apartamentos que foram reformados, instalações elétricas do edifício em geral e atividades administrativas.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A construtora PLANC atua desde 1987 no mercado da construção civil, tendo construções nas principais cidades do Nordeste, como João Pessoa (PB), Campina Grande (PB), Natal (RN), São Luís (MA), Caruaru (PE) e Juazeiro (CE).

Em João Pessoa atualmente a PLANC está com quatro obras em andamento, os edifícios residenciais Vicente Van Gogh, onde foi realizado o estágio e o Tarsila Do Amaral, e dois prédios comerciais o DCT e o avenida shopping. O escritório da construtora encontra-se localizado na avenida esperança no bairro de Manaíra. Na figura 1, mostra o escritório.

Figura 1 – Escritório PLANC



Fonte: Google maps

A construtora tem como diretores associados os engenheiros Clóvis Cavalcanti Filho e Constantino Cartaxo Junior, junto com o administrador de empresa Marcos Antonio Batista Ramos.

A PLANC mantém parcerias com grandes grupos da construção civil no Brasil, como por exemplo a Damha, um ícone de excelência na construção de condomínios residenciais horizontais. Também tem parceria com a Gafisa, uma das maiores construtoras do país e a Alphaville Urbanismo, marcas conceituadas no mercado nacional.

O compromisso da PLANC envolve, em primeiro lugar a qualidade, o desempenho e o cumprimento dos prazos de execução das obras. Priorizando a segurança de seus colaboradores por meio de políticas de Segurança do Trabalho, tendo disponíveis sempre pessoas com serviço especializado em suas obras.

2.1 EDIFÍCIO VICENT VAN GOGH

O estágio foi realizado em campo, no canteiro de obra do edifício Vicent Van Gogh. O Vicent Van Gogh é um empreendimento residencial localizado na Av. Bancários Francisco Mendes S/N, Bairro Dos Estados, João Pessoa, Paraíba. Possui duas torres com 30 pavimentos cada, tem mais 04 níveis destinados a lazer e garagem. Cada pavimento tipo é composto por 4 apartamentos, com área que varia de 66,68 m² a 100,31 m². Pode-se visualizar a fachada na Figura 2 e uma planta baixa ilustrativa na Figura 3.

Figura 2 - Fachada do Vicent Van Gogh



Fonte: PLANC, 2017

Figura 3 – Planta baixa apartamento tipo.



Fonte: PLANC, 2017

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados conceitos teóricos necessários para compreensão das atividades realizadas.

3.1 O PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico de edificações deve contemplar as seguintes etapas:

- Determinação, quantificação e localização dos pontos de consumo de energia elétrica (tomadas, pontos de luz e afins);
- Definição, dimensionamento e encaminhamento dos condutores e condutos (eletrocalhas);
- Definição, dimensionamento e localização dos dispositivos de proteção, comando e medição, bem como, demais acessórios.

Recomenda-se que, em todas as etapas do projeto (bem como da execução), sejam atendidas as exigências previstas em normas e recomendações. As principais normas são elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), órgão regulamentador (de onde a grande maioria das normas e recomendações, das concessionárias de energia, por exemplo, se baseiam). No que tange a elaboração de projetos elétricos, a ABNT apresenta a norma NBR 5410.

Cada aparelho ou dispositivo elétrico exige para o seu correto funcionamento determinada potência da rede. Para que a mesma possa suprir as solicitações (demanda) de todos os pontos de utilização de energia elétrica, faz-se necessário o conhecimento da potência de todos os pontos de consumo.

3.1.1 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:

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.

3.1.2 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 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- iii. em cômodo com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

3.1.3 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 2m² 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 2,25m².

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 m² e igual ou inferior a 6 m²;

um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo for superior a 6 m², 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.

3.2 ELETRODUTO

Tem como função a proteção dos condutores neles inseridos contra assédio mecânico e intempéries, além de proteção do ambiente contra incêndio provocado por superaquecimento dos condutores e arcos voltaicos.

Devem ser metálicos, de aço galvanizado ou esmaltado, alumínio e flexíveis, de cobre espiralado ou não metálicos, de PVC, rígidos ou flexíveis, polipropileno, polietileno entre outros.

Nos eletrodutos devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo quando este condutor for de aterramento. As dimensões internas dos eletrodutos devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios.

A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deverá ser superior a [1]:

- 53% no caso de um condutor ou cabo;
- 31% no caso de dois condutores ou cabos;
- 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos;

Tabela 1: MÁXIMA OCUPAÇÃO NO INTERIORES DO ELETRODUTO.

Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto						
	2	3	4	5	6	7	8
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)						
1,5	16	16	16	16	16	16	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20
4	16	16	20	20	20	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25
10	20	20	25	25	32	32	32
16	20	25	25	32	32	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50
35	25	32	40	40	50	50	50

3.3 CONDUTORES

São usados em instalações elétricas condutores de cobre e alumínio, sendo essa última opção menos utilizada pelo fato de não ser possível realizar solda elétrica tão facilmente nesse tipo de material.

Alguns cabos elétricos devem ser dotados apenas de condutor e isolamento, sendo chamados então de condutores isolados, enquanto que outros devem possuir adicionalmente a cobertura (aplicada sobre a isolamento), sendo chamados de cabos unipolares ou multipolares, dependendo do número de condutores que possuem.

Figura 4: tipos de condutores.



Fonte: Google imagens.

Os condutores utilizados nas instalações residenciais, comerciais (baixa tensão) poderão ser de cobre ou alumínio, com isolamento de PVC (cloroeto de polivinil) ou outros materiais previstos em norma, como XLPE (polietileno reticulado) ou EPR (borracha etileno-propileno).

O dimensionamento dos condutores se dá por critérios previstos na norma NBR 5410/2004. A USINA DE PROJETOS se vale mais comumente de dois deles: capacidade de condução de corrente e queda de tensão admissível.

3.3.1 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE:

Nesse método, o condutor é dimensionado levando em consideração a corrente máxima que o mesmo deve suportar, de acordo com métodos de referência, ou formas de instalação, para os quais a capacidade de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo.

Os métodos de instalação de referência são (NBR 5410[1]):

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;

- B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: cabo multipolar ao ar livre;
- F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;
- G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Todos os métodos acima citados são apresentados na tabela 33 da norma NBR 5010/2004.

Conhecendo o método de instalação que será empregado e o número de condutores que serão empregados, o dimensionamento é realizado baseado em tabelas presentes na NBR 5410/2004, a saber, tabelas 36, 37, 38 e 39, que informam a seção correta dos cabos.

3.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRE CORRENTES:

Embora não mais comuns, os fusíveis, dispositivos de proteção capazes de interromper a condução de correntes em situações de sobre correntes, ainda é previsto em norma, recomendando-se o uso de porta fusíveis que garanta a segurança, tanto de pessoas qualificadas como não qualificadas para substituição ou retirada do dispositivo(NBR 5410[1]).

Disjuntores são dispositivos de manobra e proteção, capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como, estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificados do circuito, tais como curto circuitos.

Dois tipos de disjuntores são bastante empregados em instalações: os disjuntores termomagnéticos e os diferenciais residuais, ou DR's.

Os disjuntores termomagnéticos são constituídos de disparadores térmicos, bimetálicos de sobrecargas e disparadores magnéticos [4], atuando quando condições de temperatura e campo magnético são dramaticamente alteradas, caracterizando, na maioria das vezes, sobrecargas de corrente que devem ser evitadas.

Há ainda os disjuntores diferenciais residuais (DR's), reconhecidos como proteção adicional contra choques elétricos e não como proteção completa [NBR 5410], que atuam

entre fase e neutro de circuitos, seccionando o mesmo caso haja uma diferença de corrente entre esses dois condutores (corrente de fuga) abaixo de um certo limiar (30mA para dispositivos de alta sensibilidade), que seria a condição normal de funcionamento, já que a maior parte da corrente que entrou no circuito pelo cabo fase, estaria retornando ao sistema pelo cabo neutro.

É evidente que para poder instalar um dispositivo na proteção de um circuito ou de uma instalação (proteção geral), as respectivas correntes de fuga deverão ser inferiores ao limiar de atuação do dispositivo [4].

O dimensionamento dos disjuntores é realizado com base na previsão de corrente do circuito que o mesmo deve proteger, ficando a corrente nominal do dispositivo maior que a corrente nominal do circuito.

3.5 AQUECIMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO GÁS

Os gases combustíveis, como energia final nas residências, são utilizados, no Brasil, quase que exclusivamente para a cocção, porém, nos últimos anos, ocorreu um aumento na sua utilização para aquecimento de água, devido à ampliação da oferta, conforme SARAIVA (2012).

Para LAFAY (2005), O aquecimento de água utilizando aquecedores a gás é amplamente utilizado no país. Os sistemas possuem eficiência da ordem de 80% para aquecedores de passagem e 85% para aquecedores de acumulação, considerando apenas a eficiência na transferência de calor entre a câmara de combustão e a água e não no armazenamento de água quente.

Segundo o PROCEL (Eletrobrás, 2007), entre os domicílios que já usam o gás para o aquecimento de água para banho, quase 60% o faz por meio de gás canalizado (o restante utiliza o GLP).

O Guia de Eficiência Energética em Edificações (Sindicás) apresenta os requisitos para os sistemas de aquecimento de água estipulados pelos Regulamentos Técnicos da Qualidade (RTQ) do Inmetro, que definem a metodologia para etiquetagem de edificações residenciais e comerciais no Brasil. Segundo o referido guia, a avaliação do sistema de aquecimento de água representa 35% do nível final de eficiência da edificação. A falta de um equipamento de aquecimento restringe a eficiência ao Nível “E”, uma vez que essa escolha por parte do construtor impõe aos futuros moradores a instalação do chuveiro elétrico. Para os sistemas de aquecimento de água a gás, o nível de eficiência será determinado pelo nível de eficiência do aquecedor instalado, de acordo com sua respectiva classificação no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

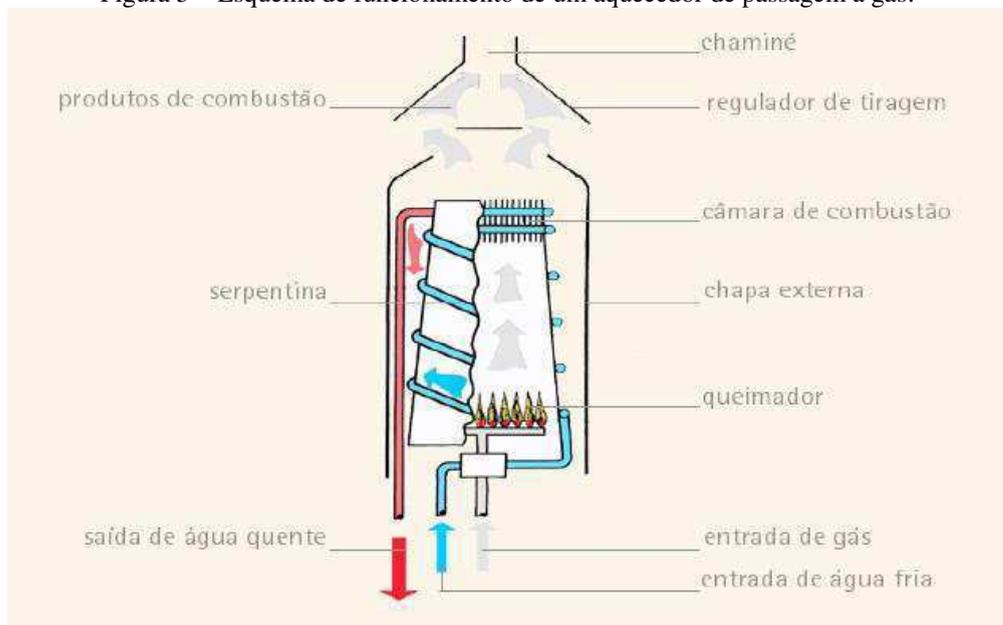
Os aquecedores a gás estão divididos entre aquecedores de passagem e aquecedores de acumulação. Tanto os de passagem quanto os de acumulação podem ter como energia o GN (gás natural) ou o GLP (gás liquefeito de petróleo). Antes de adquirir um aquecedor deve-se observar qual é o tipo de gás disponível, para não se equivocar na compra.

O aquecedor de passagem é geralmente utilizado para aquecimento de água em aplicações domésticas. Conforme GUTTERRES (2014), a água que circula pelo aquecedor de passagem, passa por um trocador de calor submetido por uma fonte de calor, podendo ser de origem elétrico ou combustão a gás.

GUTTERRES (2014) explica o funcionamento de um aquecedor de passagem:

Quando o usuário abre a válvula “quente” de uma torneira ou um chuveiro, o aquecedor detecta a circulação de água e libera a saída de gás para a câmara de combustão, a qual contém um determinado número de bicos queimadores. O ar quente sobe, atravessando um trocador de calor, que transfere a energia térmica para a água que circula no aquecedor, elevando sua temperatura. (Gutterres, 2014).

Figura 5 – Esquema de funcionamento de um aquecedor de passagem a gás.



Fonte: Chaguri (2001), apud Chaguri JUNIOR, J. J.(2009).

3.6 DRYWALL

Drywall significa “parede seca”. Consiste num sistema de vedação composto por uma estrutura metálica de aço galvanizado com uma ou mais chapas de gesso acartonado aparafusadas em ambos os lados. Trata-se de um método construtivo que

não necessita de argamassa para sua execução, reduzindo a quantidade de entulhos gerados pelos métodos que envolvem a alvenaria convencional. (SANTOS; RACHID, 2016)

Figura 6 – Divisões internas feitas com paredes de Drywall.



Fonte: <http://valefoco.com.br/beta/drywall/>

As paredes de *Drywall* fazem parte integrante do sistema conhecido como construção a seco, a qual vem aumentando sua participação principalmente no que se refere ao mundo corporativo, esta tecnologia reduz o tempo de duração se comparada a um sistema constituído pela alvenaria comum. De acordo com a Associação brasileira do *Drywall* o consumo do material no ano de 2013 foi de 50 milhões de metros quadrados e se esperava que, para o ano de 2014 houvesse um aumento grandioso, chegando à marca dos 70 milhões de metros quadrados. (SANTOS; RACHID, 2016)

Sabe-se que assim como na alvenaria convencional, o *Drywall* também aceita a passagem de tubulações elétricas bem como as hidráulicas. Por este motivo, com o auxílio de uma serra-copo fez-se os furos das caixas elétricas nos pontos determinados no projeto e instalaram-se as caixas. Assim como, onde necessário, instalava-se as passagens de tubulações hidráulicas também, diferentemente do método convencional de construção, no gesso acartonado não há necessidade de quebras, pois as tubulações são apenas inseridas dentro dos montantes e guias, facilitando a mão de obra e por consequência, diminuindo o tempo de sua execução. A figura 7 mostra a tubulação elétrica dentro da estrutura do Drywall. (SANTOS; RACHID, 2016)

Figura 7 – Tubulações elétricas no Drywall.

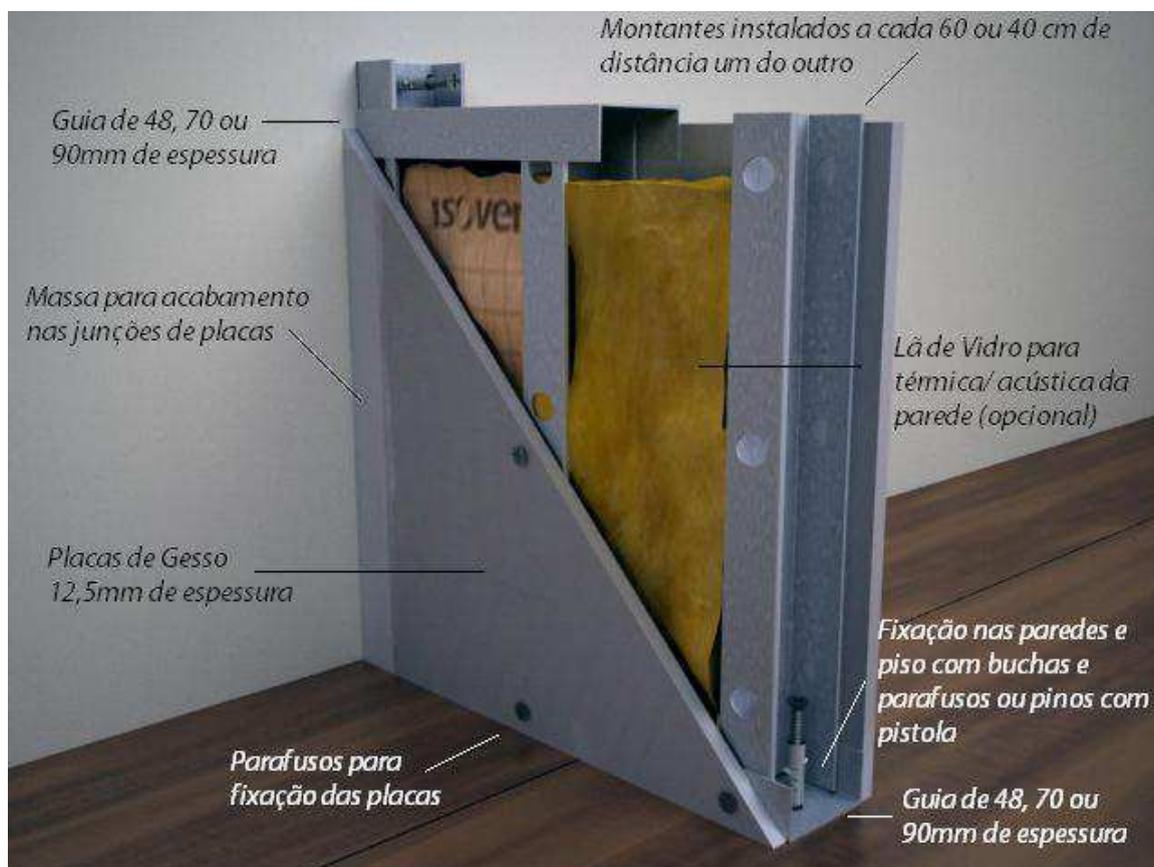


Fonte: Google imagens.

Passada a parte da locação dos pontos elétricos e hidráulicos, fez-se o isolamento acústico das paredes de *Drywall*, neste caso, com a lã de vidro. Após instalar as chapas em um dos lados da parede e finalizou-se a passagem de dutos e tubos de instalações, fez-se o preenchimento entre os montantes com os rolos de lã, sendo os mesmos fixados com fita (segunda chapa).

A figura 8, pode-se ver como é feita a fixação da parede em Drywall, bem como toda a sua estrutura.

Figura 8 – Estrutura e fixação do Drywall



Fonte: google imagens

Ao final dessa etapa a parede estava pronta para receber o acabamento final, sendo para os banheiros, cozinha e lavanderia azulejo e nas demais áreas apenas pintura.

De acordo com a empresa Ri Gesso Limeira (2016), com a montagem das paredes de *Drywall* a estrutura da edificação pode ser executada de maneira independente das vedações e instalações, o que aumenta a produtividade, desta maneira a estrutura metálica do *Drywall* é fixada no piso nivelado e limpo, o que melhora o acabamento final, logo após é colocada em uma das faces às chapas de gesso abrindo frente para a montagem das instalações elétricas, já as instalações hidráulicas são condicionadas verticalmente em *Shafts* (área específica em uma construção por onde passam várias tubulações aparentes, água ou elétrica. Porém para não ficar esteticamente desagradável cria-se um compartimento ou um fechamento para esconder essas tubulações) executados em *Drywall* permitindo uma manutenção mais simples e econômica.

Ocorre então a passagem das tubulações elétricas, seguidas da instalação da manta acústica e na etapa final, onde os parafusos utilizados são cobertos por massa corrida, fazendo com que o acabamento acontecesse de forma uniforme e o cobrimento ocorresse de forma a valorizar a etapa posterior, pois foi nesta etapa onde se fixaram todas as chapas de gesso acartonado, e então é feito o enfitamento e amassamento nas

juntas das chapas, pois como qualquer outro material, o gesso sofre dilatação com variação de temperatura, e para evitar que aparecessem trincas e fissuras nas emendas, utilizou-se a *Drytape* (indicada para tratamentos de juntas em divisórias de *Drywall*). Além de colocar massa corrida na fita foi colocado também nos parafusos.

Lembra-se ainda, que o gesso acartonado é resistente à umidade, e não a água em contato direto, mesmo uma placa RU se entrar em contato direto com a água é danificada. Por isso deve ser feito um preparo com saias metálicas nas áreas molhadas, para que se possa fazer a impermeabilização com manta asfáltica, do mesmo modo que é realizado em paredes de alvenaria.

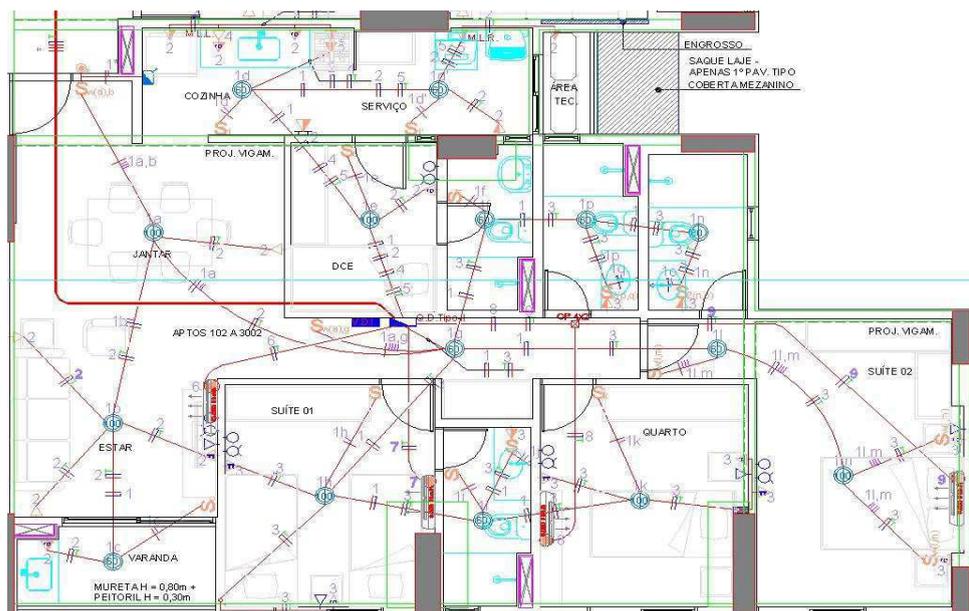
4 ATIVIDADES REALIZADAS

Durante a vigência do contrato, a estagiária Ihe teve atribuídas diversas atividades. Contudo, neste documento serão detalhadas apenas as atividades mais relevantes e frequentes, a saber, acompanhamento da execução das instalações elétricas do edifício, bem como seu condicionamento, além de atividades administrativas.

4.1 CONTROLE DA QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Inicialmente, a estagiária teve acesso aos projetos elétricos da obra, pavimentos tipo e área comum e pôde estudar desde o dia 15 de maio até o começo do mês de junho, e conhecer um pouco mais a respeito das instalações.

Na época em que a estagiária foi admitida, a obra estava em fase de acabamento. A primeira atividade da estagiária, após os estudos dos projetos, foi fazer o quantitativo do acabamento elétrico de todos apartamentos e área comum, para realizar essa tarefa, que durou todo o mês de junho, a estagiária teve acesso ao projeto elétrico dos apartamentos tipo “padrão”, ou seja, não sofreram modificações, área comum e ao projeto elétrico de cada apartamento modificado, nesses casos, cada proprietário deveria enviar para a empresa o projeto elétrico desejado para seu apartamento e a empresa seria responsável pela execução e fiscalização deste, . Durante a execução desta atividade foi encontrado dificuldade na leitura de alguns projetos de apartamentos modificados, devido a não utilização da simbologia padrão para os projetos elétricos, utilizada por alguns arquitetos responsáveis por tais projetos. Na figura 9 encontra-se a planta com o projeto elétrico do apartamento padrão.



Fonte: EngPred, 2017.

A segunda atividade, foi a verificação “in loco” se tudo estava de acordo com os projetos e foi observado algumas divergências com o projeto dos apartamentos modificados, a informação foi passada para o setor de engenharia que fez as devidas correções de acordo com o projeto enviado pelo cliente. Por fim, foi feito uma planilha utilizando o Excel com o quantitativo de todo acabamento elétrico do prédio, como é mostrado na figura 10.

Figura 10– Planilha acabamento elétrico Vicent Van Gogh.

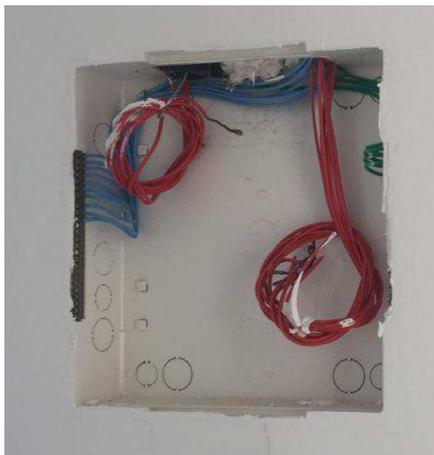
QUANTITATIVO ACABAMENTO ELÉTRICO	Quantidade
Interruptor simples	965
Interruptor 2 seções	184
Interruptor 2 seções (1T'w+1S)	353
Interruptor 2 seções three way	163
Interruptor 3 seções	88
Interruptor 3 seções (1T'w+2S)	97
Interruptor 3 seções (2T'w+1S)	13
Interruptor 3 seções three way	64
interruptor three way 1 seção	309
Interruptor 2 seções (1T'w+1Intermediario)	1
Interruptor 3 seções (2Intermediario+1S)	1
Interruptor intermediário 1 seção	98
Interruptor intermediário 2 seções	110
Interruptor intermediário 3 seções	4
interruptor 2 seções com tomada	306
Interruptor three way com tomada	2
Interruptor com tomada	116
Pulsador de campainha	240
Ponto para Antena	996
Ponto para campainha	240
Ponto para VDI	987
Tomada Dupla	1671
Tomada para Interfone	240
Tomada para MLL	214
Tomada para MLR	240
Tomada para microondas	1
Tomada de 20A	10
Tomada para telefone	819
Tomada Simples	2293
Tomada Tripla	884
Interruptor em caixa 4x4	8
módulo de interruptor simples	25
módulo de interruptor three way	9
módulo de tomada	2

Fonte: Próprio autor.

Após o quantitativo, já durante o mês de julho, a estagiária fez o orçamento do acabamento elétrico, baseado em preços de pedidos de obras anteriores, para que o engenheiro tivesse controle sobre o orçamento geral, que faltava para conclusão da obra, e pudesse passar em reunião para os donos da construtora.

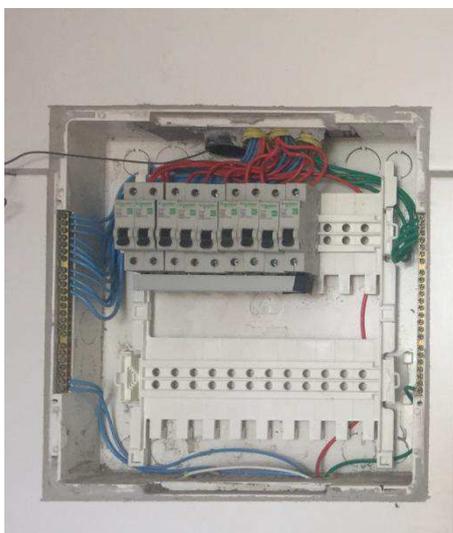
Ainda no mês de julho, foi feito os quantitativos e orçamento dos disjuntores e cabo, essa parte foi feita com o auxílio dos eletricitistas, pois já haviam sido instalados alguns disjuntores, que sobraram de outras obras da PLANC e foram aproveitados no Vicent Van Gogh, desta forma precisava ser feito o levantamento dos disjuntores que ainda faltavam para os quadros dos apartamentos e da área comum. Na Figura 11, foto do quadro de um dos apartamentos ainda sem nenhum disjuntor e na figura 12 foto do quadro já com alguns disjuntores.

Figura 11 – Quadro sem disjuntores.



Fonte: Próprio autor.

Figura 12 – Quadro com alguns disjuntores.



Fonte: Próprio autor.

No mês de agosto, durante as fiscalizações a estagiária observou um problema na posição das caixas polares para pré instalação do ar condicionado, algumas caixas foram colocadas sem deixar o espaçamento mínimo para colocação do aparelho de split, visto que nos quartos a pré instalação é para aparelhos de 9000 Btus e o espaçamento mínimo do começo do lado esquerdo da caixa polar para direita é de 80cm e da parte de baixo da caixa até o forro é de no mínimo 30 cm. Podemos então verificar esses dois erros na Figura 13 e Figura 14.

Figura 13 – Caixa polar com erro de instalação na posição horizontal.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 – Caixa polar com erro de instalação na posição vertical.



Fonte: Próprio autor.

A estagiária comunicou ao engenheiro da obra, e foi lhe passado a tarefa de fazer à fiscalização em todos os 240 apartamentos e listar as unidades que foram encontradas as falhas. A lista com os apartamentos que apresentaram problemas foi passado para o engenheiro da obra, que ficou responsável de realizar as devidas correções.

Ainda no mês de agosto a estagiária teve a oportunidade de ver a montagem de um apartamento, que ainda faltava colocar as paredes de drywall e conseqüentemente ver como é feito a passagem das tubulações para as instalações elétricas com esse material. A instalação de Drywall é mais rápida, mais limpa e menos trabalhosa, facilitando o trabalho da construção de maneira geral. Além disso, a parede de Drywall tem manutenção facilitada, basta recortar um pedaço da parede, sem a necessidade de

ferramentas pesadas para quebrar ou destruir a parede. Isso facilita a instalações elétricas e hidráulicas, já que para alcançar um cano ou um fio é extremamente fácil. Como podemos ver na figura 15.

Figura 15 – Paredes De Drywall.



Fonte: próprio autor

Na figura 16, é possível ver toda a tubulação feita para a pré instalação do ar condicionado na parede de Drywall.

Figura 16– Tubulação para ar condicionado no Drywall.



Fonte: próprio autor

5 SUBESTAÇÃO

No canteiro de obras do edifício Vicent Van Gogh foi necessária a instalação de uma subestação abrigada para suporte e proteção. Segundo a norma vigente da concessionária local (NDU, Energisa), são itens necessários para a instalação de uma subestação abrigada:

- i. As paredes, o teto e o piso deverão ser construídos em alvenaria, e o revestimento, quando houver, de materiais não sujeitos a combustão;
- ii. Sendo a entrada de energia feita com cabo subterrâneo e havendo saída em média tensão, esta deverá ser também com cabo subterrâneo, caso a mesma tenha o pé direito inferior a 5,50m;
- iii. Deverá haver impermeabilidade total contra a infiltração d'água;
- iv. Todos os cubículos deverão ser isolados com tela de arame galvanizado 12 BWG, com malha de, no máximo, 10 mm;
- v. A subestação deverá ser equipada com extintor para combate a incêndio do tipo Classe - C e atender as demais exigências de segurança estabelecida na norma NR- 23 da consolidação das leis do trabalho.

A empresa EngPred foi responsável pelo projeto da subestação, assim como todos os projetos elétricos do edifício. A subestação se encontra no subsolo 2 e alojará 2 transformadores sendo: um de 225KVA para suprimento do condomínio e um de 225KVA para suprimento dos apartamentos. Até o término do estágio ainda não havia chegado os transformares para a montagem da subestação, porém abaixo algumas descrições sobre as instalações da mesma.

Esta subestação será alimentada através de um ramal subterrâneo em média tensão(13.8KV). A alimentação do empreendimento será derivada de um poste a ser instalado pela concessionária, neste poste será instalado: jogo de terminal tipo mufla com saia uso externo, chave fusível, para-raio e tubulação de aço galvanizado para possibilitar o lançamento do ramal subterrâneo que será em cabo de 25mm² com isolamento EPR/XLPE-12/20kV. O ramal de entrada subterrânea de média tensão, que interligará a rede ENERGISA o cubículo de disjunção localizada no prédio da subestação, será em cabo unipolar, com isolamento EPR/XLPE-12/20kV. Para a interligação destes cabos com a rede ENERGISA serão instalados terminais tipo mufla 15kV de uso externo com saias. Os cabos unipolares deverão ser protegidos por

eletroduto de aço zincado por imersão à quente e de diâmetro nominal no descida da rede até a primeira caixa de passagem.

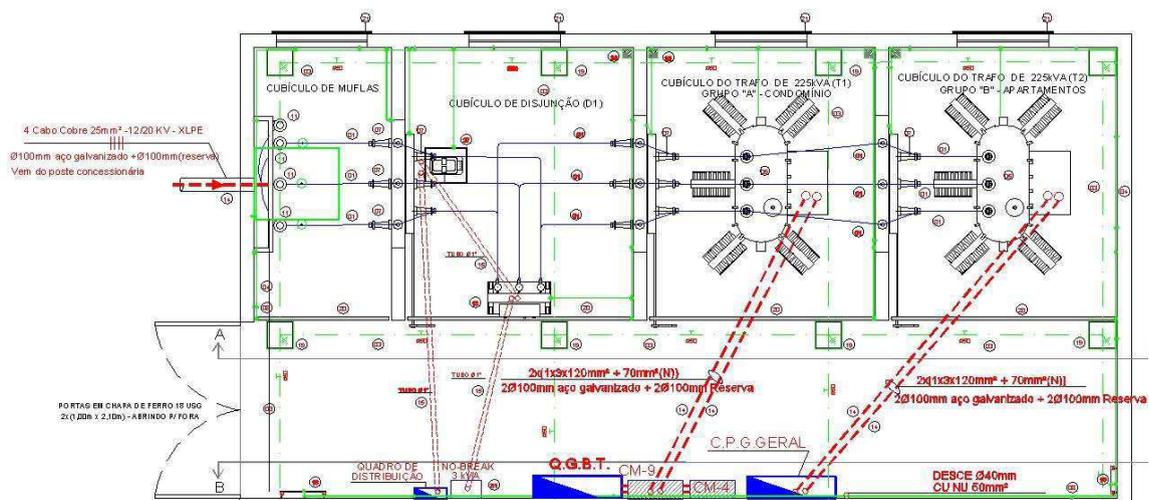
Contra descargas atmosféricas será instalado um jogo de pára-raios poliméricos de 12kV localizado no poste do ramal de entrada. Para proteção geral em 13.8kV, contra sobrecorrente e curto circuito será instalado no cubículo de disjunção um disjuntor a vácuo, 17,5kV, 350MVA, 630ª, 60Hz com TC's e reles secundários de sobrecorrente de ação indireta incorporado. As proteções dos ramais de baixa tensão serão feitas por disjuntores em caixa moldada, com capacidade de ruptura mínima de 10kA-380V e correntes nominais apropriadas.

5.1 ATERRAMENTO

O aterramento da subestação foi feito através de 12 hastes do tipo copperweld, distando uma das outras entre 3 a 4 m, interligadas por um cabo de cobre nu 50mm². Todas as partes metálicas não condutoras foram conectadas a malha de aterramento por cabo de cobre fixado no rodapé das paredes internas da subestação, circulando toda a SE e interligadas entre si. A barra de terra do QGP de cada torre foi conectada a uma malha com 37 hastes.

O valor da resistência do sistema é estimado em 10 Ohms, não podendo ultrapassar a 15 Ohms em qualquer época do ano, devendo neste caso se necessário aumentar a quantidade de hastes e conseqüentemente diminuir a resistência da malha. Em todos os casos o cabo da malha de aterramento é em uma vala de no mínimo 50cm de profundidade.

Figura 17 - Projeto elétrico da subestação.



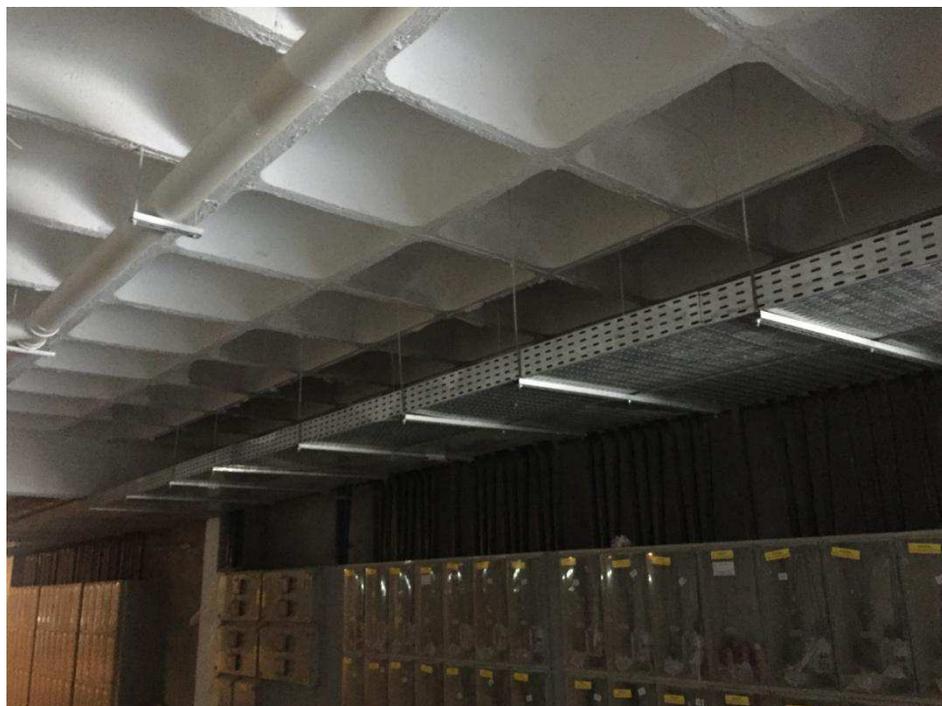
Fonte: EngPred, 2017.

6 ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

Diariamente, foram recebidos os futuros moradores para vistoria dos respectivos apartamentos. Era atividade da estagiária acompanhar os clientes e depois preencher uma folha de acompanhamento, na qual eram registrados a data da visita do proprietário e/ou arquiteto e observações, caso houvesse alguma em relação ao apartamento. Se houvesse algum problema ou mudança que fosse a respeito das instalações elétricas do apartamento do proprietário, era dever da estagiária verificar junto com o eletricitista a viabilidade da mudança ou a melhor solução para o problema apresentado pelo cliente. Para posteriormente encaminhar e apresentar para o engenheiro da obra, a fim de que as medidas cabíveis fossem tomadas.

Outra atividade atribuída a estagiária foi a distribuição dos projetos elétricos para os eletricitistas executarem seu trabalho, tirar as dúvidas que por ventura aparecessem quanto aos projetos e acompanhar a execução de toda a parte elétrica da obra. A última inspeção realizada pela estagiária foi a verificação das eletrocalhas no subsolo, onde também ficam os quadros de energia, como pode ser vista na figura 18.

Figura 18– Eletrocalhas.



Fonte: próprio autor

5 - CONCLUSÃO

Através das experiências adquiridas no estágio desenvolvido na construtora PLANC pode-se verificar o quanto é importante a oportunidade de aprender aplicações práticas nas diversas áreas da engenharia e também a importância de manter sempre um bom relacionamento no ambiente de trabalho. O estágio serviu para o primeiro contato com a vida profissional na área da construção civil, possibilitando o aluno a colocar em prática conhecimentos adquiridos durante o curso e ganhar conhecimentos em outros campos.

Ficou clara a necessidade de um bom profissional estar sempre atualizado dos produtos disponíveis no mercado e de suas características para melhor atender a necessidade das empresas e clientes. Outro ponto que foi bastante positivo foi a experiência de estar em contato direto com o cliente e poder vivenciar as necessidades deles no mundo atual.

REFERÊNCIAS

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 14. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

ENERGISA. NDU 002 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária. Dimensionamento das Subestações. Versão 4.0. Setembro de 2014.

ENERGISA. **NDU 002 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária**. Subestações. Versão 4.0. Setembro de 2014.

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

PLANC Engenharia e Incorporações Ltda. Disponível em < <http://www.planc.com.br/>>

SARAIVA, J. C. **Custo das Opções para o Aquecimento de Água na Habitação de Interesse Social em São Paulo – CDHU**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

LAFAY, J. M. S. **Análise Energética de Sistemas de Aquecimento de Água com Energia Solar e Gás**. Tese de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas S.A.. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso (ano base 2005). Classe Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, RJ: julho/2007.

GUTTERRES, L. M. **Controle de Aquecedores de Passagem à Gás com Chama Modulante**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

SANTOS, RACHID. As inovações tecnológicas do *drywall* aplicadas ao mercado da construção civil, **Revista ThêmaetScientia**– Vol. 6, nº 2E, jul/dez 2016 – Edição Especial 14º ECCI.

Ri Gesso Limeira (2016) – Parede em *Drywall*
Disponível em:

<<http://www.rigessolimeira.com.br/index.php/novidades/item/19-o-que-significa-drywall/19-o-que-significa-drywall?start=360>> Acesso em setembro de 2017.

ANEXO A – MEMORIAL DE CÁLCULO

Memória de Cálculo

Projeto para Eletrificação de Unidade Urbana

Ajuste da Proteção

Sumário

1. OBJETIVO E IDENTIFICAÇÃO	2
1.1. Dados do Proprietário	2
1.2. Responsável pelo Projeto	2
2. DADOS GERAIS	3
2.1. Dados da Linha Fornecidos Pela Energisa	3
2.2. Parâmetros Adotados	4
3. CONFIGURAÇÃO DA MEDIÇÃO E PROTEÇÃO.....	4
4. DIAGRAMA DE BLOCOS DO UPR7104.....	5
5. ESQUEMA DE LIGAÇÃO DOS RELÉS SECUNDÁRIOS	6
6. CÁLCULOS	7
6.1. Cálculos Básicos	7
6.2. Sobrecorrente Temporizada de Fase (51)	8
6.3. Sobrecorrente Temporizada de Neutro (51N)	9
6.4. Sobrecorrente Instantânea de Fase (50).....	9
6.5. Sobrecorrente Instantânea de Neutro (50N).....	10
7. RESUMO	10
ANEXO I - CURVAS COMPARATIVAS DE FASE – ENERGISA/CLIENTE	11
ANEXO II - CURVAS COMPARATIVAS DE NEUTRO – ENERGISA/CLIENTE.....	13
ANEXO III - CURVA EXTREMAMENTE INVERSA - RELÉ PEXTRON URP7104	15

1. OBJETIVO E IDENTIFICAÇÃO

Atendendo aos requisitos da norma NDU 002 para a parametrização dos relés secundários para proteção em média tensão do cliente Planc Burle Marx Ville Emp. Imobiliários Spe Ltda, de CNPJ 15.018.817/0001-64, para atender a unidade consumidora trifásica residencial, Edifício Residencial Burle Marx Ville, com carga instalada total de 3413,52 kW e demanda de 446,51 kVA, onde será instalada a proteção em média tensão para a unidade de CDC 5/1660294-8.

1.1. Dados do Proprietário

Nome: Planc Burle Marx Ville Emp. Imobiliários Spe Ltda.

CDC: 5/1660294-8.

Obs: A assinatura do contratante encontra-se na ART vinculada a este projeto.

Email:

PROTEÇÃO: ABRIGADA

TRANSFORMADORES: 2 x 225kVA

POTÊNCIA TOTAL: 450 kVA – 13800V/380-220V – 60Hz

1.2. Responsável pelo Projeto


Miquéias de Souza Melo,

Engenheiro Eletricista,

Reg. Nac. CREA: 1611358698.

2. DADOS GERAIS

2.1. Dados da Linha Fornecidos Pela Energisa

SE TBU (Tambaú)
AL 01L3
Componente de referência do ponto de entrega – CDC: 5/1660294-8 – Trafo 30469
Valores simétricos
Icc 3# - 3.127 A
Icc 2# - 2.710 A
Icc 1# franco – 2.535 A
Icc 1# mínimo - 192 A
Tc mínimo recomendado 200/5.

Dados da Energisa

EQUIPAMENTO	RELE	GRUPO	PICKUP DE FASE	300		
TBU	NO JA	1	PICKUP DE NEUTRO	40		
TBU			TRIP 1			
L3			TRIP 2 = TRIP 3			
L3			CURVA FASE	DIAL TIME	CURVA DE NEUTRO	DIAL TIME
			MI	0,03	EI	0,04
			INSTANTANEO FASE	INSTANTANEO NEUTRO	INSTANTANEO FASE	INSTANTANEO NEUTRO
17913			2500			
1ºRELIG =2,0 SEG						
2ºRELIG =10,0 SEG						
	2		PICKUP DE FASE	300		
			PICKUP DE NEUTRO	40		
			TRIP 1			
NF			TRIP 2 = TRIP 3			
			CURVA FASE	DIAL TIME	CURVA DE NEUTRO	DIAL TIME
			MI	0,03	EI	0,04
			INSTANTANEO FASE	INSTANTANEO NEUTRO	INSTANTANEO FASE	INSTANTANEO NEUTRO
			2500			

2.2. Parâmetros Adotados

Relé:

Fabricante: pextron

Modelo: urp7104

Proteções (ansi) : 27 – relé de subtensão

50 – relé de corrente instantânea de fase

50n – relé de corrente instantânea de neutro

51 – relé de corrente temporizada de fase

51n – relé de corrente temporizada de neutro

59 – relé de sobretensão

Disjuntor:

Tensão nominal: 15kV

Modelo: trifásico à vácuo

Corrente nominal: 630 A

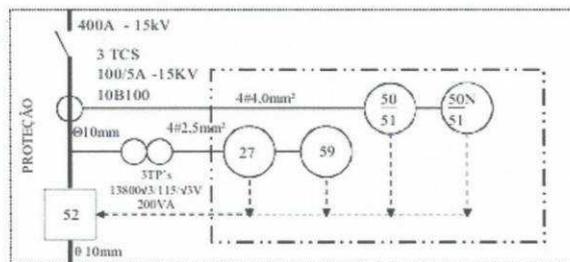
$I_k = 350$ MVA

Fator de sobrecorrente (TC): 20

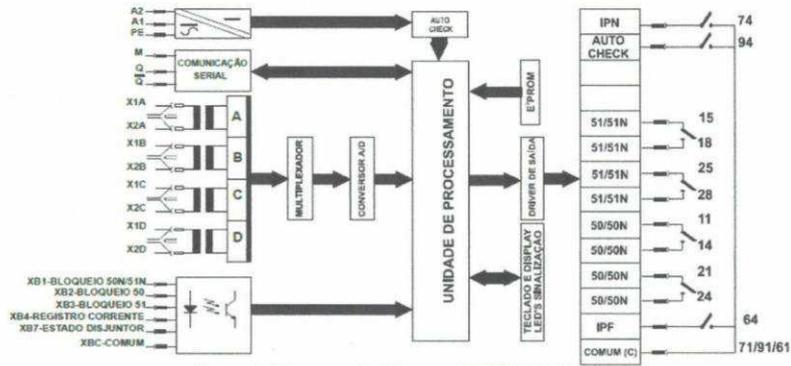
Relação de tensão (TP): $13800/\sqrt{3} - 115V/\sqrt{3}$

Impedância dos transformadores: $Z_{225\%-1} = 4,00$; $Z_{225\%-2} = 4,00$.

3. CONFIGURAÇÃO DA MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

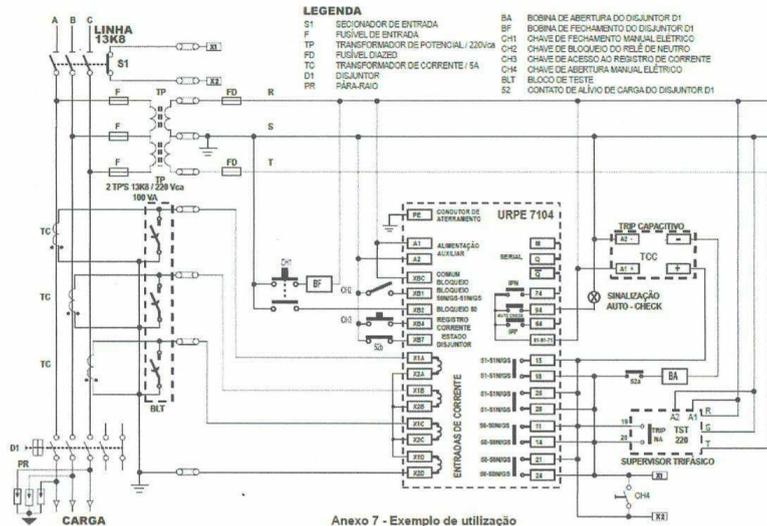


4. DIAGRAMA DE BLOCOS DO UPR7104



Handwritten signature

5. ESQUEMA DE LIGAÇÃO DOS RELÉS SECUNDÁRIOS



Handwritten initials and signature

6. CÁLCULOS

6.1. Cálculos Básicos

$$I_{nt} = \frac{450}{\sqrt{3} \times 13,8} = 18,83 \text{ A}$$

$$I_{dem} = \frac{446,51}{\sqrt{3} \times 13,8} = 18,68 \text{ A}$$

$$I_{tc} \geq \frac{iff}{20} \geq \frac{2574}{20} = 156,35 \text{ A}$$

$$RTC = 200-5 : 40$$

Corrente de inrush (magnetização):

$$I_{inrush} = 8 \times I_{n225kVA} + I_{n225kVA} = 75,28 + 9,41 = 84,69 \text{ A} \approx 85 \text{ A}$$

Duração de 0,1 s.

Corrente de pick-up:

$$I_{pick-up, fase} = 1,25 \times I_{dem} = 23,35 \text{ A}$$

$$I_{pick-up, neutro} = 0,1 \times I_{pick-up, fase} = 2,335 \text{ A}$$

Ponto ANSI:

Usando a seguinte equação:

$$I_{ANSI - fase} = \frac{100 \times I_{nt}}{Z\%}$$

$$I_{ANSI - neutro} = 0,58 \times I_{ANSI - fase}$$

e

$$T_{ANSI} = \frac{Z\%^2}{8}$$

Temos:

ANSI				
Pot. (kVA)	Z%	ANSI F. (A)	ANSI N. (A)	Tempo (s)
225,00	4,00	235,33	136,49	2,00

Sendo:

I_{nt} - corrente nominal do transformador
 I_{dem} - corrente correspondente à demanda
 I_{tc} - corrente de curto-circuito referida ao secundário do transformador
 RTC - relação do TC

6.2. Sobrecorrente Temporizada de Fase (51)

$$I_a = \frac{K \times I_{dem}}{RTC} = \frac{1,25 \times I_{dem}}{40} = 0,5837 \text{ A}$$

- faixa de ajuste da corrente do relé: 0,25 a 16 A
 - corrente ajustada na unidade temporizada de fase: $I_{ff} = 0,58 \text{ A}$;

Relação de Múltiplos para definição da Curva:

$$M = \frac{I_{ff}}{RTC \times I_{tf}} = \frac{3127}{40 \times 0,58} = 134,78$$

Conforme gráficos do ANEXOS I e III (Extremamente Inverso a curva de acionamento escolhida será: 0,1 - EI).

Cálculo teórico do tempo de atuação:
 Para a unidade:

$$T_{ei(lcc)} = \frac{80}{\left(\frac{I_{ff}}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{\left(\frac{3127}{23,2}\right)^2 - 1} \times 0,1 = 0,44 \text{ ms}$$

$$T_{ei(2xI_p)} = \frac{80}{\left(\frac{I_p \times 2}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{(2)^2 - 1} \times 0,1 = 2,7 \text{ s}$$

$$T_{ei(tinst)} = \frac{80}{\left(\frac{I_{inst}}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{\left(\frac{110}{23,2}\right)^2 - 1} \times 0,1 = 0,37 \text{ s (tempo de resposta do relé segundo a curva de resposta temporizada, não instantânea)}$$

Para a Energisa:

$$T_{ei(lcc)} = \frac{13,5}{\left(\frac{I_{ff}}{I_p}\right)^1 - 1} \times T_{ms} = \frac{13,5}{\left(\frac{3127}{300}\right)^1 - 1} \times 0,03 = 42,98 \text{ ms}$$

distância entre as duas curvas em lcc: 42,54 ms
 Tempo de resposta para $I = 2 \times I_{pickup}$: 2,7 s

Sendo:

I_a = corrente mínima de ajuste da unidade temporizada.
 I_{nr} = corrente nominal do relé.

6.3. Sobrecorrente Temporizada de Neutro (51N)

$$I_a = \frac{K \times I_{dem}}{RTC} = \frac{0,1 \times I_{dem}}{40} = 0,0583 \text{ A}$$

- faixa de ajuste da corrente do relé: 0,15 a 6,50 A
- corrente ajustada na unidade temporizada de neutro: $I_{tn} = 0,06 \text{ A}$;

Relação de Múltiplos para definição da Curva:

$$M = \frac{I_{ft}}{RTC \times I_{tf}} = \frac{192}{40 \times 0,06} = 80,00$$

Conforme gráfico do ANEXO I (Extremamente Inverso), a curva de acionamento escolhida será: 0,1 - EI

Cálculo teórico do tempo de atuação:

$$T_{ei(2xp)} = \frac{80}{\left(\frac{I_p \times 2}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{(2)^2 - 1} \times 0,1 = 2,7 \text{ s}$$

$$T_{ei(lcc)} = \frac{80}{\left(\frac{I_{ff}}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{\left(\frac{192}{40 \times 0,06}\right)^2 - 1} \times 0,1 = 1,25 \text{ ms}$$

Para a Energisa:

$$T_{ei(lcc)} = \frac{80}{\left(\frac{I_{ff}}{I_p}\right)^2 - 1} \times T_{ms} = \frac{80}{\left(\frac{192}{40}\right)^2 - 1} \times 0,04 = 0,145 \text{ s}$$

Menor distância entre as duas curvas: 0,145s (Obs. As curvas não se encontram antes do parâmetro de corrente instantânea).

Tempo de resposta para $I = 2 \times I_{pickup}$: 2,7 s

Sendo:

I_a = corrente mínima de ajuste da unidade temporizada.

I_{nr} = corrente nominal do relé.

M_{sei} = múltiplo da corrente de acionamento da unidade temporizada

6.4. Sobrecorrente Instantânea de Fase (50)

Determinação dos limites admissíveis para o ajuste da corrente no relé:

Temos as seguintes condições:

$$I_{\text{inst, fase}} < I_{\text{ff}} = 3127 \text{ A}$$

$$I_{\text{inst, fase}} > I_{\text{mag}} = 85 \text{ A}$$

e

$$I_{\text{inst, fase}} < I_{\text{ANSI-225kVA}}(\text{fase}) = 235,33 \text{ A.}$$

Fazendo

$$I_{\text{inst, fase}} = 110 \text{ A}$$

Temos todas as condições atendidas.

6.5. Sobrecorrente Instantânea de Neutro (50N)

$$I_{\text{inst, neutro}} = 0,2 \times I_{\text{inst, fase}} = 22 \text{ A}$$

7. RESUMO

O relé URPE 7104 é programado na corrente primária do transformador, não sendo necessário fazer a conversão para corrente secundária.

Sobrecorrente instantânea de fase (50)

$$I = 2,75 \text{ A (corrente no primário= 110,0 A)}$$

Sobrecorrente instantânea de neutro (50n)

$$I = 0,55 \text{ A (corrente no primário = 22 A)}$$

Sobrecorrente temporizada de fase (51)

$$I = 0,58 \text{ A (corrente no primário= 23,20A)}$$

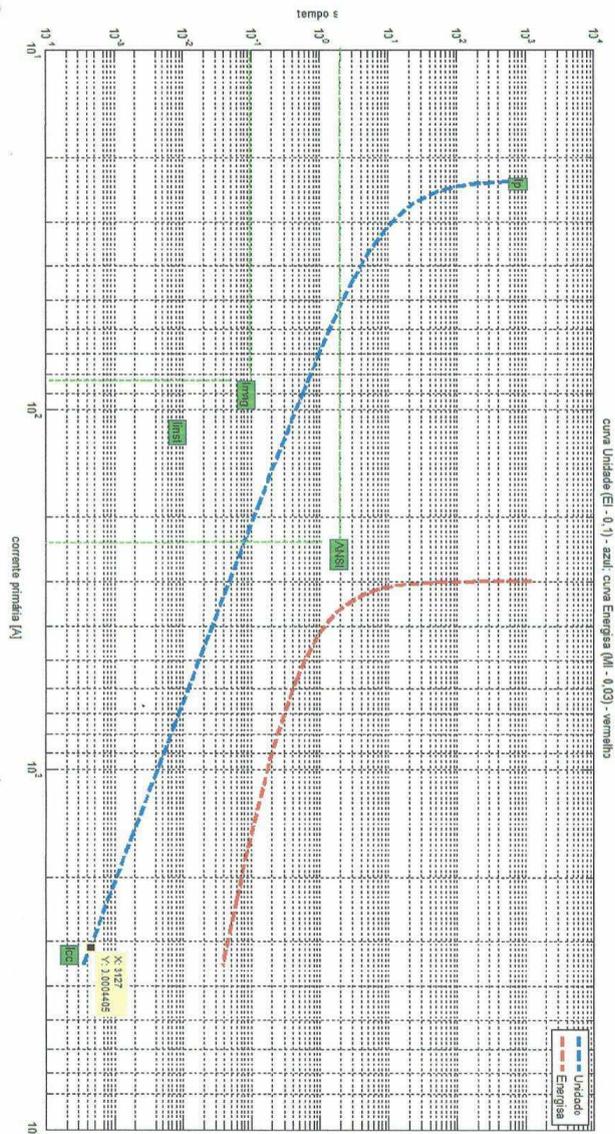
Curva – 0,1 EI

Sobrecorrente temporizada de neutro (51n)

$$I = 0,06 \text{ A (corrente no primário= 2,4 A)}$$

Curva – 0,1 EI

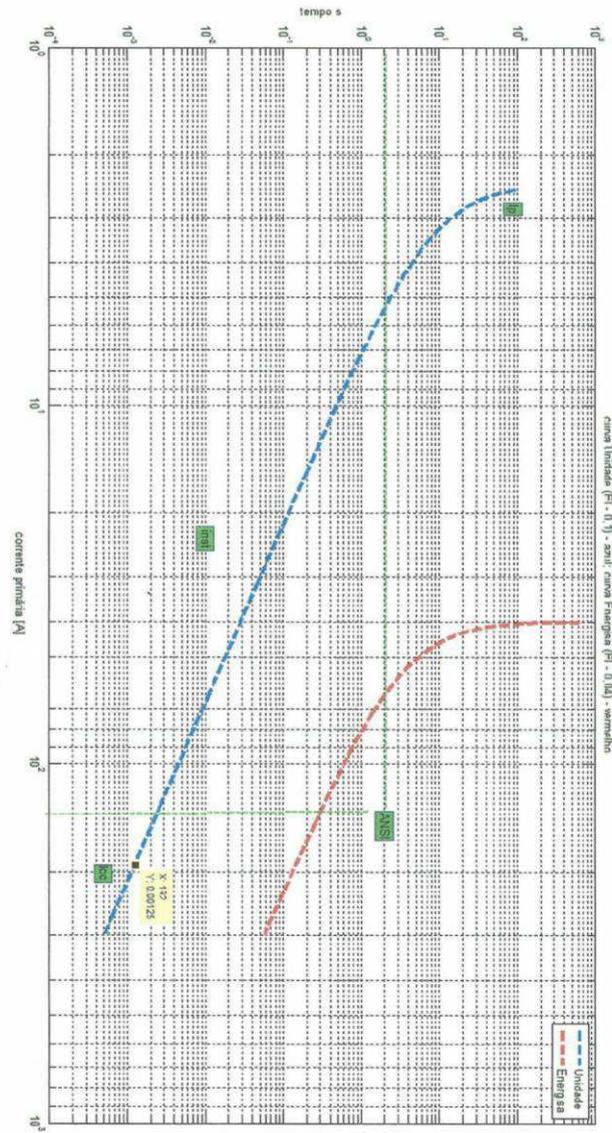
**ANEXO I - CURVAS COMPARATIVAS DE FASE –
ENERGISA/CLIENTE**



Handwritten signature

**ANEXO II - CURVAS COMPARATIVAS DE NEUTRO –
ENERGISA/CLIENTE**

HA
HSC

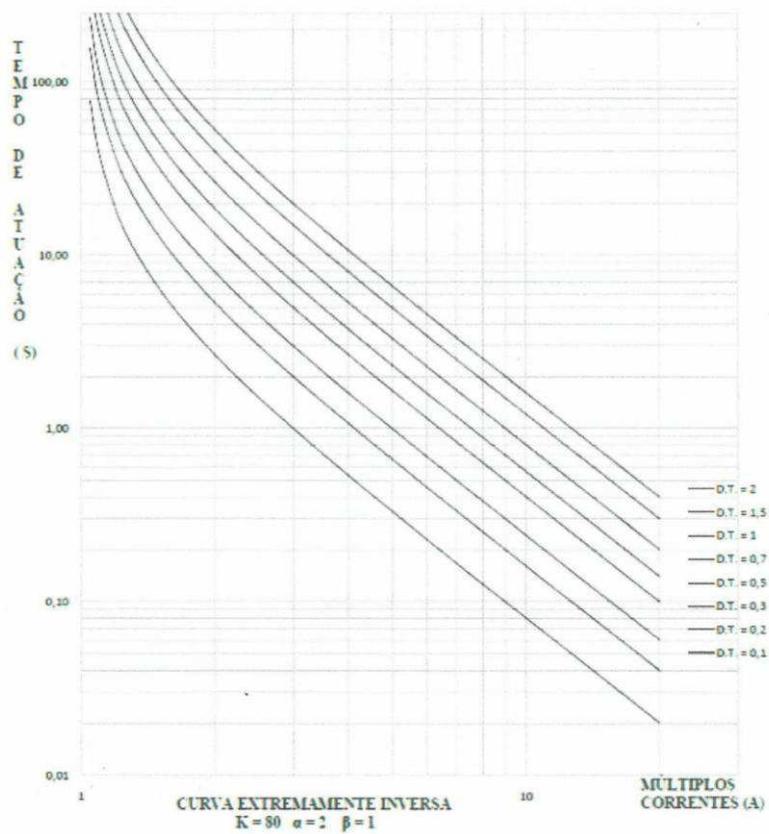


Handwritten signature and initials

**ANEXO III - CURVA EXTREMAMENTE INVERSA - RELÉ
PEXTRON URP7104**

Proteção abrigada

Engpred
Engenharia e



Eng. Evandro Cesar de L. Ferreira
CREA 16.03.55.76.10
Projetos Instalações Elétricas BT

Eng. Miquéias de Souza Melo
CREA 16.11.35.86.98
Projetos Instalações Elétricas Média Tensão

16