



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Eduardo Silva Fernandes

Relatório de Estágio Supervisionado
INDÚSTRIA DE MÓVEIS E ESTRUTURAS METÁLICAS DELREY

CAMPINA GRANDE - PB
MAIO 2021

EDUARDO SILVA FERNANDES

INDÚSTRIA DE MÓVEIS E ESTRUTURAS METÁLICAS DELREY EIRELI

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenação do Curso 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

Prof. Karcus Marcelus Colaço Dantas
Orientador

EDUARDO SILVA FERNANDES

INDÚSTRIA DE MÓVEIS E ESTRUTURAS METÁLICAS DELREY EIRELI

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

Aprovado em _____ de Junho de 2021

Karcius Marcelus Colaço Dantas
Orientador

Ronimack Trajano de Souza

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que me manteve firme e perseverante nesta longa jornada em busca de conhecimentos, de formação pessoal e profissional, e pela graça de ser capaz de enxergar a beleza do conhecimento adquirido em meio a tantas dificuldades. Sou grato à meus pais, que são meus pilares, exemplos de força, dedicação e cuidado, que me conduziram nos caminhos de Deus, sem Ele não somos nada e com Ele tudo é possível.

Agradeço as minhas irmãs, por compartilharem noites de estudo, cada um em sua área de atuação, mas que marcou as madrugadas dos últimos anos, sendo sempre paciência e sensatez nos momentos difíceis, e nos de desespero quando pensamos em desistir. Sou grato à Thiago, um amigo que encontrei na graduação e que também foi meu professor do curso técnico em eletrotécnica por 2 anos, através dele consegui me encontrar no curso e na minha área de atuação no mercado de engenharia elétrica. Por último e não menos importante, gratidão à INDÚSTRIA DE MÓVEIS E ESTRUTURAS METÁLICAS DELREY EIRELI por possibilitar as experiências vividas nos últimos meses e por cada colaborador da empresa que contribuiu, pacientemente, para minha formação profissional. Agradeço também ao professor Karcus pela prontidão e disponibilidade para me orientar e me ajudar neste trabalho.

Resumo

O presente trabalho apresenta as principais atividades realizadas por Eduardo Silva Fernandes, durante o estágio supervisionado realizado na sede da empresa Estruturas Metálicas Delrey, na Rua Cônsul Joseph Noujaim Habib Nacad, 1185, localizada no Catolé em Campina Grande - PB, com vigência na data 25 de março de 2021 até 28 de maio de 2021. As atividades desempenhadas no estágio foram sobre a eficiência energética da indústria, sendo desenvolvidos projetos elétricos dos escritórios com automação, realizando correções sobre a rede elétrica com balanceamento de fase do setor fabril, melhorando assim a qualidade da energia elétrica do local e implementando um projeto solar fotovoltaico para a indústria. Para o desenvolvimento de tais ações sobre a empresa, foram realizadas medições de tensão e corrente e acompanhamento diário sobre as reformas e as necessidades da fábrica para que fosse adequado a seu acesso a energia elétrica. Para o sistema de energia solar fotovoltaica foi realizado um estudo econômico sobre o retorno financeiro da indústria e o desenvolvimento do projeto elétrico para que a mesma possa implementar seu projeto de eficiência energética. O projeto de automação foi desenvolvido pensando também na praticidade do escritório e sobre pontos como faixada que anteriormente estavam sobre ligações comuns, necessitando ser ligados e desligados presencialmente e manualmente, o que muitas vezes não se torna possível em horários propícios, acarretando um consumo de energia desnecessário. O balanceamento de carga foi algo crucial para a indústria, já que o problema já existia e a indústria perdia algumas horas do dia pelo desligamento dos equipamentos devido ao mal dimensionamento dos cabeamentos e proteções. O estágio totalizou a carga horária de 240 horas e permitiu obter experiência no mercado de trabalho e assimilar conteúdos estudados em sala de aula.

Palavras-Chaves: Estágio Supervisionado, Automação, Sistema Fotovoltaico, Eficiência Energética, Balanceamento de Carga.

Abstract

The present work presents the main activities carried out by Eduardo Silva Fernandes, during the supervised internship held at the headquarters of the company Estruturas Metálicas Delrey, at Rua Cônsul Joseph Noujaim Habib Nacad, 1185, located in Catolé in Campina Grande -PB, effective on the 25th from March 2021 to May 28, 2021. The activities performed on the internship were on the energy efficiency of the industry, with electrical projects being developed for offices with automation, making corrections on the electrical network with phase balance in the manufacturing sector, thus improving the quality of the local electricity and implementing a photovoltaic solar project for the industry. For the development of such actions on the company, voltage and current measurements were carried out and daily monitoring on the reforms and the needs of the factory so that it was suitable for its access to electricity. For the photovoltaic solar energy system, an economic study was carried out on the financial return of the industry and the development of the electrical project so that it can implement its energy efficiency project. The automation project was developed thinking also about the practicality of the office and about points such as the floor that were previously on common connections, needing to be turned on and off in person and manually, which is often not possible at appropriate times, resulting in a consumption of unnecessary energy. Load balancing was crucial for the industry, as the problem already existed and the industry lost a few hours of the day due to equipment shutdown due to the poor dimensioning of the cabling and protections. The internship totaled 250 hours and allowed me to gain experience in the job market and assimilate content studied in the classroom.

Keywords: Supervised Internship, Automation, Photovoltaic System, Energy Efficiency, Load Balancing.

Lista de Figuras

Figura 1 - Fachada e área externa da Indústria Delrey.	15
Figura 2 - Fachada do escritório da Indústria Delrey	15
Figura 3 - Área interna da Indústria Delrey	16
Figura 4 - Área interna da Indústria Delrey.	16
Figura 5 - Linhas senoidais fundamentais	18
Figura 6 - Diferença entre um sinal fundamental e um sinal composto por harmônicas.	18
Figura 7 - Dimensionamento das categorias de atendimento 380/220V.	23
Figura 8 - Ajustes Recomendados das Proteções.	21
Figura 9 - Geração maior que consumo. O excesso de energia gerada pelos módulos é injetada na rede elétrica e registrada pelo medidor bidirecional.	24
Figura 10 - Não há geração fotovoltaica. Durante a noite toda energia é consumida da rede elétrica e registrada pelo medidor.	24
Figura 11 – Comparação sob instalação elétrica convencional e automatizada.	26
Figura 12 – Comparação entre a instalação convencional e automatizada de uma tomada.	27
Figura 13 - Módulos fotovoltaicos instalados no telhado.	28
Figura 14 - Inversor Sofar de 4.0 kW instalado com os quadros de proteção elétrica..	29
Figura 15 - Software AGL HOME para android e IOS.	30
Figura 16 - Software AGL HOME – Iluminação.	30
Figura 17 - Software AGL HOME – Energia e módulos.	31
Figura 18 – Software AGL HOME – Interruptor duas seções.	31
Figura 19 – Software AGL HOME – Módulo relé.	32
Figura 20 - Ponteadeira de solda – 10KW	33

Lista de Tabelas

1	Declaração de carga instalada	34
2	Cálculo de demanda individual	34

Lista de Abreviatura e Siglas

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANEEL	<i>Agência Nacional de Energia Elétrica</i>
CA	<i>Corrente Alternada</i>
CC	<i>Corrente Contínua</i>
DPS	<i>Dispositivo de Proteção contra Surtos</i>
DRT	<i>Documento de Responsabilidade Técnica</i>
EPDM	<i>Borracha Etileno-Propileno-Dieno</i>
EPR	<i>Borracha Etileno-Propileno</i>
GD	<i>Geração Distribuída</i>
NBR	<i>Normas Brasileiras</i>
NDU	<i>Norma de Distribuição Unificada</i>
NR	<i>Norma Reguladora</i>
PRODIST	<i>Procedimentos de Distribuição</i>
PVC	<i>Policloreto de Vinila</i>
XLPE	<i>Polietileno reticulado</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	13
1.2	LOCAL DO ESTÁGIO.....	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO.....	17
2.1.1	BALANCEAMENTO DE CARGAS	17
2.1.2	NBR 5410	19
2.1.2.1	CONDUTORES.....	19
2.1.2.2	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA E SOBRECORRENTES.....	20
2.1.3	NDU 001	20
2.1.3.1	CATEGORIA DE ATENDIMENTO	20
2.1.4	NDU 013	21
2.1.4.1	DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA EXIGIDA.....	22
2.1.4.2	AJUSTES RECOMENDADOS DAS PROTEÇÕES DO INVERSOR	22
2.2	SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE	23
2.3	SISTEMA DE AUTOMAÇÃO	25
3.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
3.1	PROJETO SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE.....	28
3.1.1	DIAGRAMA UNIFILAR.....	29
3.2	PROJETO ELÉTRICO	29
3.2.1	AUTOMAÇÃO.....	29
3.2.2	BALANCEAMENTO DE CARGAS	32
3.2.3	CLASSE DE ATENDIMENTO.....	33
4.	CONCLUSÃO	35
5.	APENDÍCE.....	35
5.1	A) SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	35
5.2	B) PROJETO ELÉTRICO	35

1. INTRODUÇÃO

No presente relatório serão apresentadas atividades desenvolvidas por Eduardo Silva Fernandes, durante o Estágio Curricular Integrado, no qual é requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Realizado na Indústria de Móveis e Estruturas Metálicas Delrey Eireli, na Rua Cônsul Joseph Noujaim Habib Nacad, 1185, localizada no Catolé em Campina Grande-PB, sob supervisão de Rogerio Delrey, engenheiro civil da empresa. O estágio teve vigência na data 25 de março de 2021 até 28 de maio de 2021, totalizando uma carga horária de 250 horas.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do estágio supervisionado é acompanhar e realizar análise sobre eficiência energética, desenvolvendo os projetos elétricos para que a execução esteja em conformidade com as Normas Brasileiras (NBRs), elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Dentre as principais normas utilizadas neste estágio, podemos citar a NBR 5410 [1], NBR 16612 [2], NBR 16149 [3]. Tais normas tratam respectivamente de Instalações elétricas de baixa tensão, cabos de potência para sistemas fotovoltaicos e sistemas fotovoltaicos e suas características de interface de conexão com a rede elétrica de distribuição. Além disso, o estágio buscou reduzir custos com a energia elétrica da indústria, vivenciando diariamente o processo de produção para identificação dos problemas relacionados a carga instalada, sendo de grande valia para a profissão de engenheiro eletricista, podendo enxergar e desenvolver habilidades relativas ao trabalho em equipe, organização, administração, cumprimento de prazos, planejamento e execução de serviços e projetos.

Os objetivos específicos do estágio são:

- Realizar o estudo de viabilidade econômica do projeto solar fotovoltaico;
- Acompanhar e executar o projeto e a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede de distribuição de energia elétrica;
- Realizar o projeto elétrico da Indústria melhorando a rede elétrica da mesma e automatizando pontos para contribuir na eficiência energética da mesma.

1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado na Indústria de Móveis e Estruturas Metálicas Delrey Eireli, na Rua Cônsul Joseph Noujaim Habib Nacad, 1185, localizada no Catolé em Campina Grande-PB, uma empresa de estruturas que atende toda a Paraíba e realiza trabalhos para grandes empresas da região, na estrutura de postos de combustíveis, galpões, lojas e farmácias.

Atualmente, a Metalúrgica Delrey trabalha nos segmentos de estruturas metálicas e móveis para lojas de departamento, de produtos alimentícios e de construções, sendo referência na Paraíba pela qualidade dos seus produtos. A empresa desenvolve projetos arquitetônicos para melhor aproveitamento da área e organização dos setores das lojas assim como projeta cada móvel ou estrutura metálica com um acabamento impecável. Todo processo é feito pela empresa e não há a terceirização de nenhum serviço, o que torna a empresa de total confiança na sua área de atuação. A empresa além de fabricar realiza a instalação de acordo com o projeto desenvolvido, prestando serviços com eficácia e excelência, assegurando um atendimento diferencial ao cliente. Entre os serviços prestados pela empresa, destacam-se:

A empresa preza pelos seus valores, e com ela vivenciamos exemplos de confiança, ética, excelência, inovação, respeito, responsabilidade social, segurança no trabalho e sustentabilidade.

A Indústria Delrey possui um quadro de funcionários composto por um presidente, um administrador, um gerente de produção, um engenheiro civil, uma arquiteta, um soldador, cinco operadores de máquinas.

Figura 1 – Fachada e área externa da Indústria Delrey.



Figura 2 – Fachada do escritório da Indústria Delrey.



Na Figura 3 e 4 é mostrado a área interna, onde ficam o maquinário e o trabalho de fabricação dos produtos e estruturas metálicas.

Figura 3 – Área interna da Indústria Delrey.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 – Área interna da Indústria Delrey.



Fonte: Próprio autor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item será apresentado uma base teórica para facilitar o entendimento do texto, sendo explanados os principais tópicos relacionados ao projeto elétrico desenvolvido e as particularidades de um projeto de automação, dando ênfase ainda ao projeto de eficiência energética com o uso da energia solar fotovoltaica como solução para redução de custos da

Indústria Delrey. Os projetos desenvolvidos estão de acordo com as normas propostas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e pela concessionária de energia elétrica Energisa Borborema.

2.1 PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO

O projeto elétrico é um conjunto de documentos que registram os componentes de uma instalação elétrica, com detalhes e métodos de dimensionamento em conformidade com as normas vigentes. Neste caso, tratando de edificações atendidas em baixa tensão, a NBR 5410 e a NDU 001 são as principais normas a serem seguidas e consultadas para o desenvolvimento desde, e quando realizado em conjunto com a NR 10, podem ser aplicadas e executadas reduzindo os riscos à saúde dos técnicos e operários envolvidos. O projeto elétrico prevê a carga instalada e a demanda do local para realizar os cálculos e divisões dos circuitos elétricos, sendo analisados de forma a definir a necessidade da classe de atendimento para o bom funcionamento, a segurança do local e dos equipamentos.

2.1.1 BALANCEAMENTO DE CARGAS

A alimentação trifásica é composta por quatro fios: Neutro, Fase “R”, Fase “S” e Fase “T”. Tendo a tensão de fase nominal em 220 Volts, é possível realizar uma distribuição de carga por fase de forma uniforme entre os circuitos buscando obter o maior equilíbrio possível, buscando o bom funcionamento dos equipamentos sem haver interrupções devido a aquecimento ou sobrecarga em um determinado circuito elétrico. Desta forma, podemos alimentar um equipamento desejado com uma fase “R” e outro equipamento simultaneamente alimentado pela fase “S”, reduzindo o desbalanceamento de tensão entre as fases.

Em um circuito que não há balanceamento de fase, ou um circuito monofásico sobrecarregado, nota-se que ao ligar duas ou mais cargas simultâneas na mesma fase, ocorrerá uma queda de tensão que será facilmente notada observando as lâmpadas do local caso estejam na fase em questão, de modo que ficaram piscando.

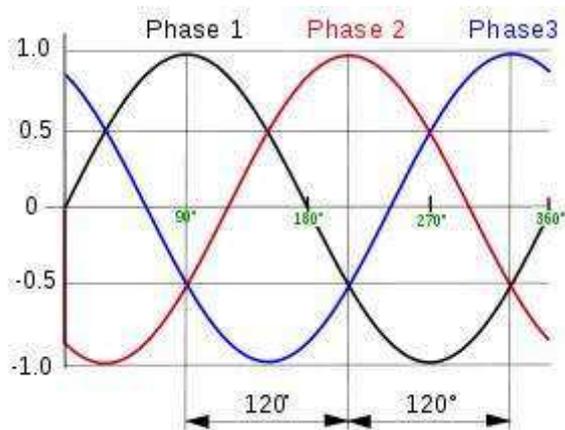
No caso em que há a necessidade de um circuito trifásico devido a carga instalada e a demanda contratada, o problema ainda sim pode existir se o projetista e o instalador não realizar o devido balanceamento.

As harmônicas são ondas múltiplas da senoidal fundamental, o que leva ao

aquecimento dos circuitos. Isso acontece com mais frequência em indústrias, pois existem muitas máquinas que possuem cargas não lineares e circuitos com chave do sinal, que ligadas a energia distorce a onda senoidal, criando harmônicas.

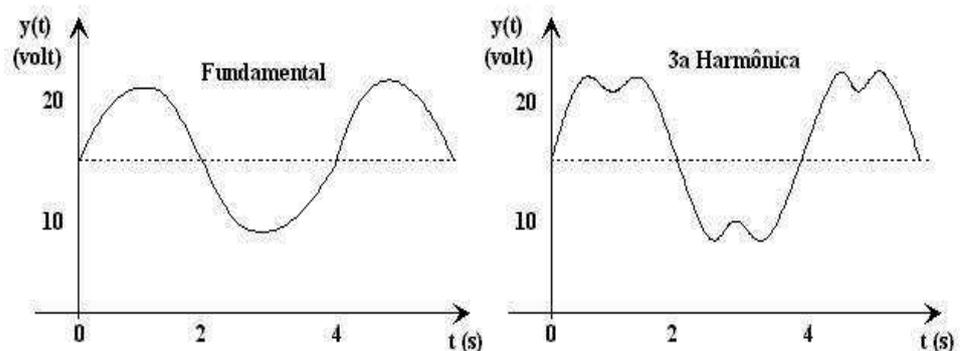
Abaixo encontra-se uma demonstração de como funciona as cargas na rede trifásica defasadas 120° entre si, sua rede alternada é caracterizada principalmente pela alternância de fluxo em ciclo em frequência em que a onda senoidal sobe até atingir o ponto máximo, desde ao ponto mínimo e volta a subir.

Figura 5 – Linhas senoidais fundamentais.



Fonte: <http://ew7.com.br/projetos-eletricos-no-autocad/index.php/dicas-sobre-projetos-eletricos-residenciais/122-balanceamento-de-fases-em-sistema-trifasico>

Figura 6 – Diferença entre um sinal fundamental e um sinal composto por harmônicas.



Fonte: Fonte: <http://ew7.com.br/projetos-eletricos-noautocad/index.php/dicas-sobre-projetos-eletricos-residenciais/122-balanceamento-de-fases-em-sistema-trifasico>

Desta forma, podemos observar que o balanceamento de fases em um circuito bifásico ou trifásico é bastante importante e na indústria é algo considerado fundamental já que através deste procedimento conseguimos aproximar as cargas por fase e conseqüentemente a corrente em que passará em cada uma delas.

2.1.2 NBR 5410

A ABNT NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE±03:064.01). O Projeto circulou em Consulta Pública conforme Edital nº 09, de 30.09.2003, com o número Projeto NBR 5410. As Instalações elétricas de baixa tensão devem funcionar de acordo com a NBR 5410, a qual prevê condições adequadas para o funcionamento usual e seguro das instalações elétricas de baixa tensão, ou seja, até 1000 V em tensão alternada e 1500 V em tensão contínua. Esta norma é aplicada em instalações residenciais, prediais, públicas, comerciais e industriais de pequeno porte.

A NBR5410 foi criada para estabelecer as condições me que as instalações elétricas de baixa tensão devem operar para garantir o bom funcionamento da rede elétrica do local e acima de tudo a segurança de pessoas e animais.

2.1.2.1 CONDUTORES

O condutor elétrico é todo material que permite a passagem da corrente elétrica, contudo, os materiais mais utilizados são cobre e alumínio. Em instalações elétricas, é comum encontrar cabos condutores de alumínio utilizados por parte da concessionária de energia elétrica em linhas de distribuição e ramal de ligação.

Já na parte interna das instalações residenciais, comerciais e industriais, é mais comum encontrar condutores de cobre, já que possuem maior capacidade de condução elétrica em condições semelhantes com seções reduzidas em relação ao cabo de alumínio, sendo facilmente encontrados nas lojas de materiais elétricos locais.

Em relação a sua isolação, é comum encontrarmos cabos com isolação PVC (policloreto de vinila), XLPE (polietileno reticulado) ou EPR (borracha etileno-

propileno). Para dimensionar os condutores e saber qual classe de nível de tensão utilizar, é necessário consultar os critérios previstos na norma NBR 5410.

2.1.2.2 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA E SOBRECORRENTES

De acordo com a NBR5410, a proteção dos circuitos elétricos são realizados com base principalmente na previsão de corrente elétrica que percorre o circuito em questão. Contudo, o dispositivo ainda possui a capacidade de proteger seres vivos e equipamentos, uma vez que são capazes de interromper a corrente elétrica do condutor quando dimensionados corretamente. Os disjuntores termomagnéticos são dispositivos de proteção com foco principal em proteger os condutores, e os fusíveis são dispositivos de proteção capazes de conduzir as correntes elétricas em condições normais e interromper correntes em condições anormais, protegendo os equipamentos e seres vivos, desde que tenham sido corretamente dimensionados.

2.1.3 NDU 001

O fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até três unidades consumidoras é previsto pela normativa NDU001, apresentando os requisitos mínimos para o fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária de energia do Grupo Energisa, quando acometidos a redes de baixa tensão. Tal norma deve ser utilizada sempre que a carga instalada for inferior a 75 kW. Tal normativa, tem como obrigação estar de acordo com as exigências técnicas e de segurança recomendadas pela ABNT, e em conformidade com as Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (NDU-001, 2021).

Na normativa em questão, encontra-se procedimentos como proteção de entrada de serviço, medição, aterramento, caixas para equipamentos de medições ou proteções, postes e pontaletes, classe de atendimento de acordo com a carga instalada ou demanda.

2.1.3.1 CATEGORIA DE ATENDIMENTO

Para o dimensionamento das categorias de atendimento, as unidades monofásicas ou bifásicas são atendidas com base em sua carga total instalada. Contudo, nas regiões em que a rede elétrica possui tensão de fase de 220V, a concessionária de energia elétrica não disponibiliza rede bifásica, sendo o cliente obrigado a solicitar caso necessário uma mudança de categoria para acréscimo de carga para ser atendido pela rede trifásica. Já para as categorias trifásicas, os clientes são atendidos com base na demanda calculada. De posse da categoria de atendimento, a concessionária disponibiliza uma tabela com a bitola mínima dos condutores e as proteções do sistema.

De acordo com a Tabela 17 da NDU 001 de 2020, referenciada na Figura 7 é possível dimensionar o ramal de ligação assim como as exigências mínimas para o atendimento do cliente, como ramal de entrada, aterramento, eletrodutos, postes e proteções (disjuntor termomagnético).

Figura 7 – Dimensionamento das categorias de atendimento 380/220V.

Energisa: Energisa Borborema, Energisa Nova Friburgo, Energisa Sergipe, Energisa Paraíba, Energisa Tocantins e Energisa Mato Grosso.

AGRUPAMENTO	CATEGORIAS	MEDIDAS MONOFÁSICAS	MEDIDAS TRIFÁSICAS	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO (Limite Máximo (A))	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIFÁSICO (Limite Máximo (A))	CONDUTORES (mm ²)				ATERRAMENTO (COBRE)	HASTE PARA ATERRAMENTO AÇO COBRE	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO (mm)	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	POSTE (5 ou 7 metros)		PONTALETE	
						RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEX (ALUMÍNIO)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE PVC 70°C)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE EPÓXI/PE/HEPA 90°C)	ATELAMENTO (COBRE)					POSTE DT (mm)	POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO (Ø mm)		POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO QUADRADO (mm)
PARA 02 MEDIÇÕES	2 x A1	2	-	30/32	-	2x1x10-10	6(6)	6(6)	6	3H 16x2400	32	32	150	80	Øx80	50	
	2 x A2	2	-	50	-	2x1x16-16	10(10)	10(10)	10	3H 16x2400	32	32	150	80	Øx80	50	
	A1 - T1	1	1	30/32	30/40	3x1x10-10	6(6) + 3x6(6)	6(6) + 3x6(6)	6	3H 16x2400	40	40	150	80	Øx80	50	
	A2 - T2	1	1	50	50	3x1x16-16	10(10) + 3x10(10)	10(10) + 3x10(10)	10	3H 16x2400	50	50	150	80	Øx80	50	
PARA 03 MEDIÇÕES	3 x T1	-	2	-	30/40	3x1x10-10	3x6(6)	3x6(6)	10	3H 16x2400	40	40	150	80	Øx80	50	
	2 x T2	-	2	-	50	3x1x16-16	3x10(10)	3x10(10)	10	3H 16x2400	50	50	150	80	Øx80	50	
	3 x A1	3	-	30/32	-	3x1x10-10	6(6)	6(6)	6	3H 16x2400	32	32	150	80	Øx80	50	
	3 x A2	3	-	50	-	3x1x16-16	10(10)	10(10)	10	3H 16x2400	40	40	150	80	Øx80	50	
PARA 04 MEDIÇÕES	2A1 - T1	2	1	30/32	30/40	3x1x10-10	6(6) + 3x6(6)	6(6) + 3x6(6)	10	3H 16x2400	40	40	150	80	Øx80	50	
	2A2 - T1	2	1	50	30/40	3x1x16-16	10(10) + 3x6(6)	10(10) + 3x6(6)	10	3H 16x2400	50	50	150	80	Øx80	50	
	A2 - 2xT1	1	2	50	30/40	3x1x16-16	10(10) + 3x6(6)	10(10) + 3x6(6)	10	3H 16x2400	50	50	150	80	Øx80	50	
	3 x T1	-	3	-	30/40	3x1x16-16	3x6(6)	3x6(6)	6	3H 16x2400	65	65	150	80	Øx80	50	

* Ø indica o número de fases do circuito;

Fonte: Adaptado de (NDU-013, 2021).

2.1.4 NDU 013

Quando deseja-se realizar a conexão de um sistema de geração distribuída, a NDU 013 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes para tal homologação do sistema, disponibilizando os critérios para a conexão em baixa tensão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição, nas concessionárias do Grupo

Energisa S.A. Tais critérios contemplam os procedimentos técnicos para a conexão de acessantes de microgeração novos ou alteração dos existentes, com potência instalada até 75 kW.

A NDU 013 é uma normativa local que estabelece critérios mínimos para a conexão de um sistema de geração distribuída, sendo baseada nos Procedimentos de Distribuição – PRODIST e nas Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. O principal objetivo é estabelecer critérios para a cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, observando as exigências técnicas e de segurança recomendadas pela ABNT.

2.1.4.1 DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA EXIGIDA

O Grupo Energisa S.A., dispõe de uma plataforma para submissão de projetos denominada WGPE, onde o responsável técnico submeterá e acompanhará os projetos elétricos em questão. No caso de sistemas de geração distribuída, com enfoque maior em sistemas solares fotovoltaicos, para a submissão de tais projetos são necessários documentos previstos pela NDU 013 como Memorial Descritivo, Prancha ou projeto elétrico, Documento de responsabilidade técnica, ficha de cadastro, manual dos equipamentos, conformidade com Inmetro, planta de situação e localização. Tais documentos deverão ser apresentados devidamente assinados pelo contratante e pelo responsável técnico, o que atesta a responsabilidade técnica do profissional em realizar aquela atividade.

Para submissão do projeto, em sistemas que possuem potência de geração igual ou menor do que 10 kW, é obrigatório apenas o envio da documentação do Anexo I, disponível na NDU 013 e estabelecido pela PRODIST - Módulo 3.

2.1.4.2 AJUSTES RECOMENDADOS DAS PROTEÇÕES DO INVERSOR

No projeto elétrico, deve ser relatado no memorial descritivo a parametrização dos inversores de frequência para sistema solar fotovoltaico utilizados assim como sua conformidade com INMETRO, para inversores menores ou igual a 10 kW de potência nominal e para inversores com potência superior a 10 kW só serão aceitos inversores que apresentem os certificados de conformidade às normas nacionais ABNT NBR 16149, ABNT 16150 e ABNT

IEC 62116 ou as normas europeias IEC 61727:2004-12, IEC 62116:2014 ou norma americana IEEE 1547. No caso de certificados internacionais, devem também ser apresentadas as especificações de tensão e frequência nominal na saída do inversor. Tais parâmetros devem ser ajustados para a conexão com a rede da concessionária local.

Figura 8 – Ajustes Recomendados das Proteções.

Requisitos de Proteção	Potência Instalada Até 100kW	Tempo Máximo de Atuação
Proteção de Subtensão (27)	0,8 p.u	0,2
Proteção de Sobretensão (59)	1,1 p.u	0,2
Proteção de Subfrequência (81U)	59,5 Hz	0,2
Proteção de Sobre frequência (81O)	60,5 Hz	0,2 ⁴
Proteção de Sobrecorrente (50/51)	Conforme Padrão de Entrada	N/A
Relé de Sincronismo (25)	10° 10% Tensão 0,3Hz	
Relé de Tempo de Reconexão (62)	180s	180s

Fonte: Adaptado de (NDU-013, 2021).

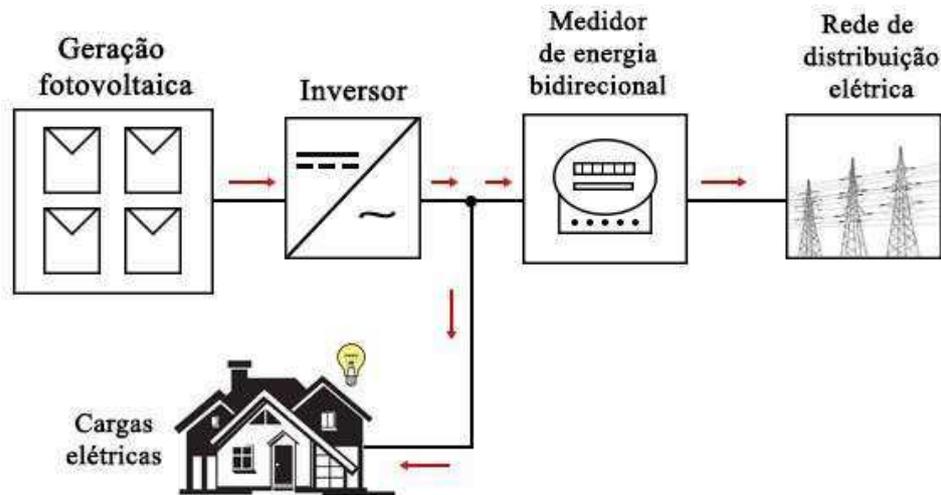
2.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

Em 17 de abril de 2012 o Brasil deu o primeiro passo em direção ao fortalecimento das energias renováveis no país com a resolução de número 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Essa resolução trata da regularização de sistemas de geração de energia elétrica através de fontes de energias renováveis, dentre elas a energia solar fotovoltaica conectada à rede de distribuição elétrica. De acordo com sua potência instalada, os sistemas podem ser classificados como microgeração (sistemas com potência instalada de até 75 kW), minigeração (sistemas com potência entre 75 kW e 1 mW), ou usina de geração de eletricidade (acima de 1 mW). Os sistemas de micro e mini geração são instalados para realizar um sistema de abatimento no valor da conta de energia que é paga a concessionária, funcionando assim como um sistema de créditos para compensação. Nos países como Portugal e Alemanha, tais sistemas podem comercializar seus créditos de energia, podendo vender os mesmos.

Os sistemas conectados à rede elétrica são instalados em paralelo à rede local. No momento em que o sistema fotovoltaico gera mais energia do que está sendo consumido,

o excesso de energia é injetado na rede elétrica e registrado pelo medidor bidirecional como créditos para serem utilizados nos meses seguintes. De acordo com a normativa, os créditos podem ser utilizados por até 60 meses.

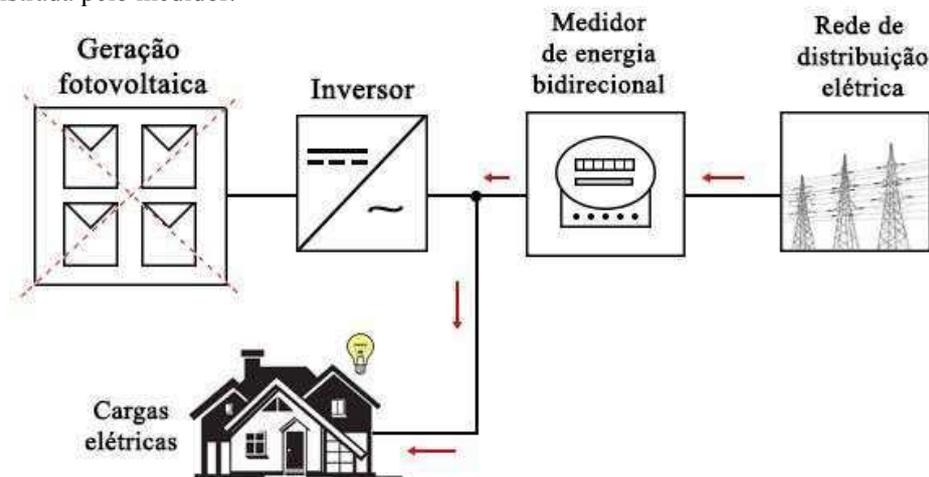
Figura 9 – Geração maior que consumo. O excesso de energia gerada pelos módulos é injetada na rede elétrica e registrada pelo medidor bidirecional



Fonte: Próprio autor.

No momento em que a geração é menor que o consumo de energia, a rede elétrica passa a fornecer a energia que falta às cargas e o consumo de energia da rede é registrado pelo medidor.

Figura 10 – Não há geração fotovoltaica. Durante a noite toda energia é consumida da rede elétrica e registrada pelo medidor.



Fonte: Próprio autor.

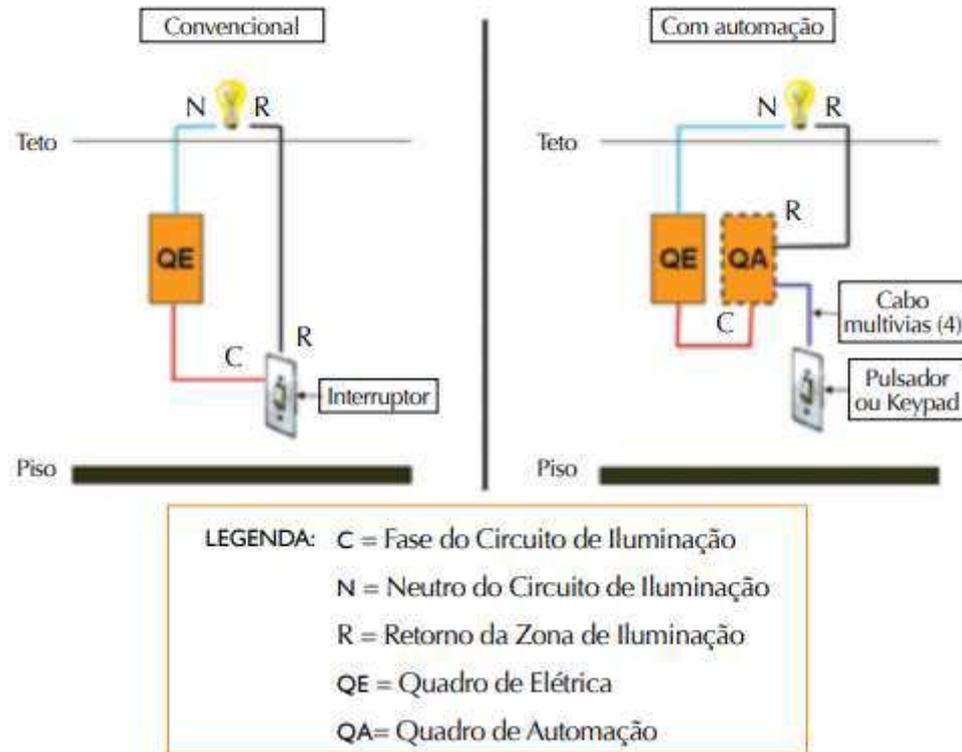
A fatura de energia elétrica que chega mensalmente ao usuário deve informar a quantidade de energia elétrica injetada na rede e a quantidade de energia elétrica consumida da rede naquele mês. Muito embora o usuário feche o mês com saldo positivo na sua geração, ainda deverá ser cobrado um valor mínimo devido o estabelecido em contrato de prestação de serviços, como por exemplo iluminação pública entre outros.

Diferentemente dos inversores para sistemas isolados, os inversores para sistemas conectados à rede elétrica necessitam da rede para funcionar. Os inversores conectados à rede (também conhecidos como inversores Grid-Tie) realizam a leitura de parâmetros da rede constantemente para trabalhar em sincronismo com ela. Caso algum desses parâmetros não esteja dentro de valores pré-definidos pelo fabricante ou usuário o inversor é desligado automaticamente e deixa de mandar energia para a rede.

2.3 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

Um conceito inicial a ser passado é que, para um sistema centralizado, todos os retornos das cargas (lâmpadas, tomadas comandadas, cortinas, etc.) deverão ser levados para um quadro de automação. Dependendo do tamanho da instalação, opta-se durante a fase de projeto pela utilização de dois ou mais quadros de automação, com o objetivo de reduzir a quantidade de cabos e a infraestrutura a ser utilizada. Nesse caso, setorizar a instalação é uma boa prática, visto que um quadro de automação, por exemplo, atenderá às cargas do pavimento térreo e outro atenderá as cargas do pavimento superior. Para visualizar melhor essa questão, vamos analisar na Figura 11 um exemplo de ligação simples de uma lâmpada (uma zona de iluminação), fazendo um comparativo entre uma instalação elétrica convencional e uma instalação com automação.

Figura 11 – Comparação sob instalação elétrica convencional e automatizada

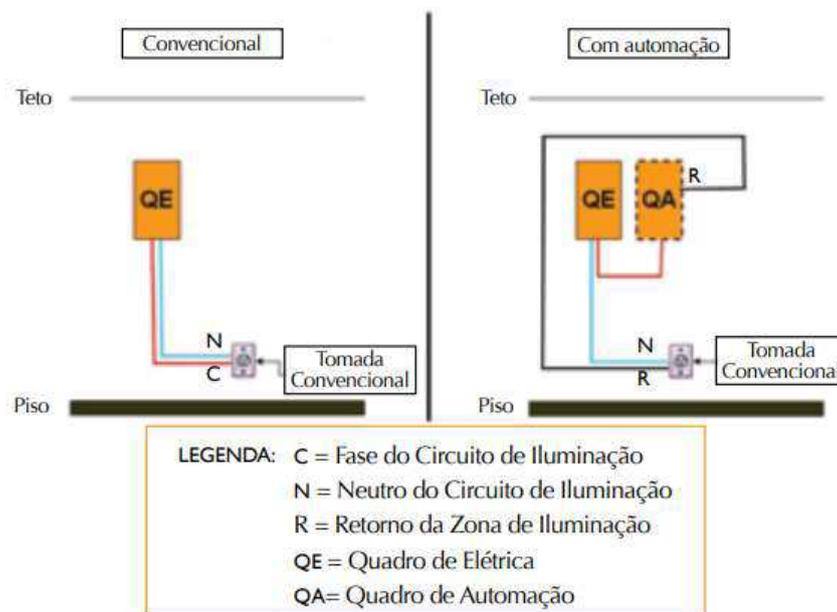


Fonte: http://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/06/Ed64_fasc_automacao_res_cap3.pdf

Atualmente existem dispositivos inteligentes no mercado capazes de realizar a automação de forma independente. É o caso das tomadas condicionadas e os interruptores que já possuem em sua instalação física equipamentos de comunicação de rede, facilitando a questão da infraestrutura e adaptação da instalação do local para tal funcionamento. Contudo, para os módulos de interruptores de um canal, é necessário a presença de fase, neutro, terra e retorno para seu funcionamento, diferentemente dos interruptores simples tradicionais que necessitam apenas de fase e retorno para funcionamento correto.

Outro ponto que pode ser abordado são as famosas “tomadas comandadas”. A Figura 12 mostra um exemplo de ligação de uma tomada convencional e de uma tomada comandada, que poderá ser controlada individualmente pelo sistema de automação.

Figura 12 – Comparação entre a instalação convencional e automatizada de uma tomada.



Fonte: http://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/06/Ed64_fasc_automacao_res_cap3.pdf

No caso das tomadas, são utilizados módulos *wi-fi*, que possuem relés internos responsáveis pela conexão e desconexão do circuito em questão. Existem ainda dispositivos que possuem essa capacidade interna e são instalados externamente sobre as tomadas convencionais e utilizam do mesmo princípio de funcionamento mas são menos invasivos no que diz respeito a adaptação da rede elétrica para a implementação dos mesmos.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estágio teve início com o desenvolvimento do estudo econômico e da possível implementação de um sistema solar fotovoltaico para a indústria, em seguida foi desenvolvido todo o projeto solar fotovoltaico e a implementação do mesmo. Em paralelo a tais atividades foi desenvolvido o projeto elétrico da indústria para a melhoria em termos de consumo de energia e para a realização do balanceamento de fases, já que no decorrer do estágio foi constatado que a indústria parava em média 2 horas por dia devido à sobrecarga dos circuitos elétricos mal balanceados.

3.1 PROJETO SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE

Para a realização do projeto solar fotovoltaico, foi realizado um estudo de viabilidade econômica e constatou-se que o retorno financeiro do mesmo apresentava uma taxa interna de retorno (TIR) de aproximadamente 35% a.a. O que chamou a atenção do setor administrativo uma vez que tal sistema garante 25 anos de geração. Com base nesses dados o payback simples foi calculado em 3 anos e 8 meses e o composto em 2 anos e nove meses, caracterizando um investimento seguro e rentável para o desenvolvimento da indústria. Com base no consumo de 500 kWh/mês o projeto foi dimensionado com 4,32 kWp de geração solar fotovoltaica. Utilizando 12 painéis *Canadian* 360Wp e um inversor *Sofar* monofásico 220V de potência nominal de 4 kW, o sistema garante gerar 562 kWh devido a limitações de posicionamento do telhado da indústria. Tais sistemas de proteção como disjuntores e DPS são de caráter obrigatório e foram desenvolvidos com base nas normas vigentes. Foi utilizado ainda um *String Box* para proteção de corrente contínua, um quadro de proteção para a corrente alternada e trilhos e suportes de alumínio para a fixação dos painéis solares fotovoltaicos. Na parte CC do sistema, os cabos utilizados são de alumínio de acordo com as exigências da ABNT NBR 16612 e para a ligação dos mesmos utilizou-se conectores MC4.

Figura 13 – Módulos fotovoltaicos instalados no telhado.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 – Inversor Sofar de 4.0 kW instalado com os quadros de proteção elétrica.



Fonte: Próprio autor.

3.1.1 DIAGRAMA UNIFILAR

O diagrama unifilar está disponibilizado no Apêndice A, na Figura A.1.

3.2 PROJETO ELÉTRICO

De acordo com a necessidade da indústria, foi realizado o projeto elétrico do local. O diagrama unifilar está disponibilizado no Apêndice B, na Figura B.1. No projeto elétrico, foi realizada algumas reformas necessárias na indústria, tanto na parte do escritório quanto da fábrica e em sua faixa. Na parte de escritório, foi automatizado o ar condicionado, assim como duplicado todas as tomadas com reforço na rede elétrica e mudança de local das mesmas. Na faixa, foi automatizado pontos de iluminação e a placada de sinalização da logomarca da indústria. Já na parte interna da produção da indústria, foi realizado o balanceamento de cargas com base nas máquinas já previamente instaladas.

3.2.1 AUTOMAÇÃO

Para o sistema de automação, foi utilizado os sistemas da AGL HOME. A empresa disponibiliza aplicativo de celular com todos os seus produtos. Para tal,

utilizou-se módulos relé para os pontos de ar condicionado e iluminação do letreiro e ainda interruptores inteligentes para a parte interna do escritório e externa da faixa. Tais sistemas podem ser acessados através do aplicativo mostrado na figura abaixo 14.

Figura 15 – Software AGL HOME para Android e IOS.



Fonte: Próprio autor.

Figura 16 – Software AGL HOME – Iluminação.



Fonte: Próprio autor.

Figura 17 – Software AGL HOME – Energia e módulos.



Fonte: Próprio autor.

Para o projeto de iluminação foi utilizado o interruptor dois como pode ser visto na figura 15. Para a automação do ar condicionado, iluminação da placa da logomarca, foi utilizado o módulo 1 canal 110/220V. É importante ressaltar que tais elementos tem condicionamento de potência de até 1100 W e 2200 W respectivamente, podendo acionar um grupo de lâmpadas ou de equipamentos, contanto que a potência total do circuito seja inferior ao valor que o equipamento suporta em termos de potência. Isso permite que sejam acionados equipamentos em conjunto, como um grupo de lâmpadas, ou dois aparelhos de ar condicionado, contanto que seja previsto a energização e a desenergização dos equipamentos simultaneamente.

Figura 18 – Software AGL HOME – Interruptor duas seções.



Fonte: Próprio autor.

Para o acionamento deste software, é necessário a instalação de forma física de

maneira correta. Para isso, é necessário que o dispositivo físico receba em seus terminais elétricos, fase, neutro, terra, e os dois retornos, já que tal dispositivo permite a ligação de dois circuitos. Note que com campo inferior ainda é possível acionar de forma programada. Isso se torna útil para sistemas de iluminação externa, acionando remotamente ou programando para que a mesma acione em um determinado horário e desligue em um determinado horário, não necessitando ficar ligado até amanhecer como era feito anteriormente com o uso da fotocélula.

Figura 19 – Software AGL HOME – Módulo relé.



Fonte: Próprio autor.

3.2.2 BALANCEAMENTO DE CARGAS

De acordo com as cargas instaladas do local, foi realizado o balanceamento das cargas, buscando dividir igualmente entre as fases. A indústria possuía um problema em um dos circuitos elétricos devido a uma máquina monofásica que apresentava-se distante do quadro de distribuição e em mesmo circuito que duas máquinas trifásicas. A máquina apresentada na figura 19 é denominada ponteadeira, utilizada para dar pontos de solda. Sua potência elétrica é de 10 kW, com tensão nominal de 220 V monofásica, tendo sua corrente nominal em torno de 4,54 A.

Figura 20 – Ponteadeira de solda – 1KW.



Fonte: Próprio autor.

Tal equipamento encontrava-se em um circuito elétrico mal dimensionado. Os cabos que alimentavam a mesma era de apenas 4 mm isolamento PVC, e a mesma encontrava-se em um circuito elétrico junto com mais duas máquinas trifásicas de 5 kW e 4 kW respectivamente. Desta forma ao ligar as 3 máquinas simultaneamente a proteção atuava por sobrecarga desligando e parando o processo de produção.

Assim, no projeto elétrico, as cargas foram distribuídas de maneira correta, fazendo com que o circuito em questão fosse atendido por uma rede de 10 mm PVC, e os circuitos de proteções divididos em disjuntor trifásico de 20 A para cada circuito trifásico e um circuito monofásico com proteção de 50A para a máquina ponteadeira.

3.2.3 CLASSE DE ATENDIMENTO

Outro ponto que foi trabalhado na indústria foi o dimensionamento de carga para a solicitação de acréscimo de carga, realizando a alteração da classe de atendimento. É comum que em redes trifásicas convencionais a concessionária de energia realize ligações nas classes T1 (Trifásico 1) sem a solicitação de projeto elétrico. Isso faz com que muitos locais solicitem a ligação desta forma sem realizar o dimensionamento adequado.

No caso da indústria, a classe de atendimento estava em T1 (trifásico 1), e foi realizado o cálculo de carga e demanda através de uma planilha disponibilizada pela concessionária de energia. A tabela 1 mostra a declaração de carga instalada.

Tabela 1 – Declaração de carga instalada.

DECLARAÇÃO DE CARGA INSTALADA									
PROPRIETÁRIO:	Proprietário Exemplo						CLASSE:	Não Residencial	
EDIFICAÇÃO:	Canteiro De Obras Do Cond. Resid E Comercial Exemplo						TIPO DE UC:	Cant. de Obras	
ENDEREÇO:	Rua Endereço Da Obra, S/N, Qd A, Lt 02, Centro, João Pessoa.						ATIVIDADE:	Outros	
CARGA	TIPO DE CARGA	QTD	EIXO (CV)	TENSÃO (V)	POT. IND. (W)	FP	CARGA (kW)	CARGA (kVA)	
Iluminação	Ilum./Tomadas	32		220V	40	0,92	1,28	1,39	
Tomadas	Ilum./Tomadas	35		220V	100	0,92	3,50	3,80	
Ar cond. 10.000BTUS	Refrigeração	1		220V	1.400	0,90	1,40	1,56	
Guilhotina	Motriz Trifásica	1	3	380V		0,80	2,21	2,76	
Giradeira	Motriz Trifásica	1	3	380V		0,80	2,21	2,76	
Forno	Fogão/Forno Elétrico	1		380V	3.152	1,00	3,15	3,15	
Máquina de Solda	Maq. Solda	1		220V	1.000	0,70	1,00	1,43	
Prensa 1	Motriz Trifásica	1	3	380V			2,21	-	
Prensa 2	Motriz Trifásica	1	5	380V			3,73	-	
Compressor	Motriz Trifásica	1	4	380V			2,94	-	

Fonte: <https://projetoeltricos.energisa.com.br/>

Tabela 2 – Cálculo de demanda individual.

CÁLCULO DA DEMANDA INDIVIDUAL							
DADOS DA OBRA:	Canteiro de Obras do Cond. Resid e Comercial Exemplo - Rua Endereço da Obra, S/N, QD A, LT 02, Centro, João Pessoa.						
MÉTODO DE CÁLCULO:	CALCULAR UTILIZANDO FATOR DE DEMANDA E FATOR DE POTENCIA CONFORME NDU 001						
TIPO DE LIGAÇÃO:	TRIFÁSICA	TENSÃO: 380V-3F+1N					
TIPO DE CARGA	QTD	CARGA (kW)	FD	FP	DEMANDA (kVA)	DEMANDA (kW)	
Ilum./Tomadas	67	4,78	86%	0,92	4,47	4,11	
Aquecimento	-	-	-	-	-	-	-
Tomadas Especiais	-	-	-	-	-	-	-
Fogão/Forno Elétrico	1	3,15	100%	1,00	3,15	3,15	
Refrigeração	1	1,40	100%	0,92	1,52	1,40	
Raios-X	-	-	-	-	-	-	-
Maq. Solda	1	1,00	100%	1,00	1,00	1,00	
Motriz Monofásica	-	-	-	-	-	-	-
Motriz Trifásica	5	13,30	50%	0,60	11,10	6,70	
DEMANDA TOTAL DE CADA UC					21,24	16,36	
A REFERIDA UNIDADE CONSUMIDORA SE ENQUADRA NA CATEGORIA DE MEDIÇÃO:						T1	
CONFORME O NORMATIVO ATUAL RECOMENDA-SE OS SEGUINTE DIMENSIONAMENTO A SEREM CONFIRMADOS							
RAMAL DE ENTRADA		CORRENTE / DISJUNTOR		ELETROD. (Mínimo)		DIMENSIONAR PELA NORMA?	
ISOLAMENTO	CONDUTORES F-N	$I = 21,24 / (380 \cdot \sqrt{3}) = 32,28 \text{ A}$		(mm)	MATERIAL		
XLPE/EPR/HEPR-0,6/1kV	3#6(6)mm ²	Disjuntor Adotado: 40 A		-	PVC	Sim	
<i>Dimensionamento Confirmado</i>							
CONEXÃO DE ENTRADA		ALTURA/ESFORÇO	DISPOSITIVO - DR (A / mA)		ATERRAMENTO (mínimo)		
Poste de Concreto DT		7m/150kgf	40A-30mA		Cabo de Cobre Nu: 6mm ² - 01 haste		

Fonte: <https://projetoeltricos.energisa.com.br/>

4. CONCLUSÃO

Estagiar na Indústria de Móveis e Estruturas Metálicas Delrey foi de crucial importância para a formação acadêmica, despertando o vislumbre de um dia a dia de uma indústria e de engenheiros em uma obra. Participar das melhorias para a empresa me fez sentir satisfação sobre os conhecimentos adquiridos na universidade e conseguir aplicá-los de forma eficaz me fez ver o caminho que desejo seguir profissionalmente. Considera-se a experiência do estágio indispensável, e fundamental para uma vivência prática do mercado de trabalho.

Utilizando conhecimentos das disciplinas Sistemas Elétricos, Laboratório de Sistemas Elétricos, Instalações Elétricas, Laboratório de Instalações Elétricas, Expressão Gráfica, Engenharia Econômica, Equipamentos Elétricos, Geração de Energia, Gerenciamento de Energia, pude desenvolver as atividades requeridas pela empresa de maneira eficiente, sempre buscando e pesquisando as melhores alternativas para a indústria, com eficiência e menor custo. Desta forma, me sinto apto a utilizar os meus conhecimentos para desenvolver projetos do âmbito e utilizar a experiência adquirida para fazer um trabalho em equipe da melhor forma possível.

O contato com projetos elétricos fotovoltaicos e com o projeto elétrico de baixa tensão da indústria me fez sentir mais confiança sobre os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, já que podemos implementar as soluções na indústria com êxito.

5. APENDÍCE

5.1 A) SISTEMA FOTOVOLTAICO

5.2 B) PROJETO ELÉTRICO

6. REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. : NBR-5410. **Instalações elétricas, proteção e segurança.** 2004. Acesso: 13/04/2021.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 16612. Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8KV C.C entre condutores – requisito de desempenho.03/2020. Acesso: 13/04/2021
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 16149. **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição:** NBR16149 de 03/2013. Acesso: 13/04/2021
- ANEEL. Prodist - Módulo 3: Acesso ao Sistema de Distribuição. In: *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.* [S.l.: s.n.], 2016.
- PINHO. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.* Rio de Janeiro: CEPEL - Cresesb, 2004.
- NDU-001. Norma de Distribuição Unificada 001 - Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras. v. 6.1, 2019.
- NDU-013. Norma de Distribuição Unificada 013 - Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição. v. 4.1, 2019.