



Universidade Federal  
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

JOSÉ FIDELIS DA SILVA JÚNIOR

**Relatório de Estágio Supervisionado**

**Yape Engenharia LTDA**

Campina Grande, Paraíba  
Maio de 2021

JOSÉ FIDELIS DA SILVA JÚNIOR

## **Relatório de Estágio Supervisionado**

### **Yape Engenharia LTDA**

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

Área de Concentração : Eletrotécnica

Orientador: Prof. Dr. Karcus Marcelus Colaço Dantas

Campina Grande, Paraíba

Maio de 2021

JOSÉ FIDELIS DA SILVA JÚNIOR

## **Relatório de Estágio Supervisionado**

### **Yape Engenharia LTDA**

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

Área de Concentração : Eletrotécnica

Aprovado em:     /     /

---

**Prof. Dr. Luiz Augusto Medeiros  
Martins Nobrega**  
Avaliador, UFCG

---

**Prof. Dr. Karcius Marcelus Colaço  
Dantas**  
Orientador, UFCG

Campina Grande, Paraíba  
Maio de 2021

*Este trabalho é dedicado a minha família  
que nunca mediu esforços para a realização deste sonho.*

# AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, Jose Fidelis da Silva, por me inspirar, de maneira involuntária, a entrar na área de tecnologia.

Agradeço à minha mãe, Maria do Socorro Fidelis da Silva (*in memoriam*), por ter me ensinado o amor incondicional. Sei que, apesar de não poder estar presente neste momento, também está comemorando esta nossa conquista.

Agradeço às minhas irmãs, Jaciany Fidelis e Janniery Fidelis por terem sempre me apoiado e acreditado em mim. Sem vocês, esta conquista não seria alcançada.

Agradeço à minha companheira, amiga e confidente, Fabrine Emanuelle Silva Medeiros, por fazer parte da minha vida, sempre me inspirando a concretizar meus sonhos e ser uma pessoa melhor.

Agradeço à minha amiga Ana Cristina, que me acompanha desde o início da graduação e que me indicou esta oportunidade de estágio.

Agradeço ao engenheiro eletricista Yllber da Silva Oliveira pela oportunidade de estagiar na Yape Engenharia, contribuindo de forma imensurável para a minha formação profissional.

Agradeço também ao engenheiro Vinicius Almeida Oliveira que esteve presente para direcionar atuação, me fazendo desenvolver importantes competências técnicas e de gestão que irei carregar ao longo de minha vida profissional.

Agradeço ao professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, por ter participado de minha história acadêmica, seja em projetos ou disciplinas, além de ter me orientado neste trabalho.

# RESUMO

Neste relatório são descritas as principais experiências e atividades executadas durante estágio realizado na empresa Yape Engenharia LTDA. O estágio supervisionado, sob a supervisão do engenheiro eletricitista Yllber da Silva Oliveira, foi realizado no período de 18 de fevereiro a 16 de abril, com uma carga horária semanal de 40 horas, totalizando 331 horas de estágio. O estágio curricular obrigatório tem como objetivo a aplicação no âmbito profissional dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do curso de graduação em engenharia elétrica. Neste contexto, os conhecimentos teóricos da ênfase de eletrotécnica foram aplicados nas atividades desenvolvidas, dentre as quais se destacam projetos e instalações de sistemas fotovoltaicos, confecção e implementação de prontuário de instalações elétricas e medições de resistência de aterramento em uma planta industrial. Além do conhecimento técnico, também foi possível desenvolver competências necessárias à atuação do engenheiro, como liderança, organização, criatividade, flexibilidade e relacionamento interpessoal.

**Palavras-chave:** Sistemas de Energia Fotovoltaica, NR 10, Prontuário das Instalações Elétricas, Medição da Resistência de Aterramento.

# ABSTRACT

This report describes the main experiences and activities performed during an internship at Yape Engenharia LTDA. The supervised internship, under the supervision of electrical engineer Yllber da Silva Oliveira, was carried out from February 18 to April 16, with a weekly workload of 40 hours, totaling 331 hours of internship. The mandatory curricular internship aims to apply the theoretical and practical knowledge, acquired during the electrical engineering undergraduate course, in the professional field. In this context, the theoretical knowledge of the emphasis on electrotechnics was applied in the developed activities, among which stand out projects and installations of photovoltaic systems, making and implementing electrical installations report, and grounding resistance measurements in an industrial plant. In addition to the technical knowledge, it was also possible to develop skills necessary for the performance of the engineer, such as leadership, organization, creativity, flexibility and interpersonal relationships.

**Keywords:** Photovoltaic Energy Systems, NR 10, Electrical Installations Report, Earth Resistance Testing.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Logotipo da Yape Engenharia. . . . .	14
Figura 2 – Capacidade instalada de energia fotovoltaica no mundo. . . . .	15
Figura 3 – Capacidade instalada de energia fotovoltaica no Brasil. . . . .	16
Figura 4 – Componentes de um módulo fotovoltaico. . . . .	17
Figura 5 – <i>String Box</i> . . . . .	17
Figura 6 – Inversor. . . . .	18
Figura 7 – Sistema <i>off-grid</i> de acoplamento direto. . . . .	18
Figura 8 – Sistema <i>off-grid</i> com baterias. . . . .	19
Figura 9 – Diagrama de blocos do sistema <i>on-grid</i> . . . . .	20
Figura 10 – Método da queda de potencial. . . . .	22
Figura 11 – Gráfico da resistência de aterramento em função da distância. . . . .	23
Figura 12 – Localização do cliente em (a) 2D e (b) 3D. . . . .	26
Figura 13 – <i>Layout</i> da instalação em 3D. . . . .	26
Figura 14 – Estrutura para fixação dos módulos. . . . .	27
Figura 15 – Instalação do sistema: (a) fixação dos conectores e (b) detalhe do conector terminal ou <i>end clamp</i> . . . . .	27
Figura 16 – Instalação finalizada. . . . .	28
Figura 17 – Cronograma de execução do PIE. . . . .	29
Figura 18 – Relatório de análise de riscos e de não conformidades. . . . .	30
Figura 19 – Malha de aterramento da embalagem. . . . .	32
Figura 20 – Gráfico da resistência de aterramento em função da distância. . . . .	33



# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados dos módulos. . . . .	25
Tabela 2 – Dados do inversor. . . . .	25
Tabela 3 – Classificação dos riscos no relatório de não conformidades. . . . .	30
Tabela 4 – Dados da medição da resistência de aterramento. . . . .	32

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
MPPT	Rastreamento do Ponto de Máxima Potência (do inglês <i>Maximum Power Point Tracking</i> )
NBR	Norma Técnica Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PIE	Prontuário de Instalações Elétricas
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo do Estágio</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>A empresa</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistemas de energia fotovoltaica</b>	<b>15</b>
2.1.1	Componentes de um sistema fotovoltaico	16
2.1.1.1	Módulos fotovoltaicos	16
2.1.1.2	<i>String Box</i>	16
2.1.1.3	Inversor	17
2.1.2	Classificação dos sistemas fotovoltaicos	18
2.1.2.1	Sistemas <i>Off-grid</i>	18
2.1.2.2	Sistemas <i>On-grid</i>	19
<b>2.2</b>	<b>NR 10</b>	<b>20</b>
2.2.1	Prontuário de Instalações Elétricas (PIE)	20
<b>2.3</b>	<b>Sistemas de aterramento</b>	<b>21</b>
2.3.1	Medição da resistência de aterramento	22
<b>3</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Atividade 1 - Instalação de sistemas de geração fotovoltaica</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>Atividade 2 - Prontuário de Instalações Elétricas</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Medição de resistência de aterramento</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE A – LISTA DE MATERIAIS PARA INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE B – DIAGRAMAS PARA EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>	<b>39</b>

<b>APÊNDICE C – DIAGRAMAS E PLANTAS DO PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE D – ORDEM DE SERVIÇO E ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS . . . . .</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE E – CRONOGRAMA SPDA . . . . .</b>	<b>51</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste relatório são descritas as principais experiências e atividades executadas no estágio realizado na empresa Yape Engenharia LTDA.

O estágio supervisionado (10 créditos) foi realizado no período de 18 de fevereiro a 16 de abril, com uma carga horária semanal de 40 horas, totalizando 331 horas de estágio.

Sob a supervisão do engenheiro eletricitista Yllber da Silva Oliveira, as principais atividades desenvolvidas pelo estagiário foram:

- Acompanhamento, elaboração e gestão de projetos e de serviços de inspeção técnica em engenharia elétrica;
- Supervisão e execução de obras, controle de materiais e serviços, supervisão de contratos;
- Supervisão de obras, controle de materiais e serviços, supervisão de contratos e execução de obras;
- Acompanhamento de instalação e manutenção elétrica: cabos elétricos, quadros elétricos e sistemas de geração solar fotovoltaica.

## 1.1 Objetivo do Estágio

O objetivo deste estágio é inserção profissional do estagiário, através de práticas que requerem aplicação de conhecimento técnico, como no desenvolvimento de projetos, e o desenvolvimento de *soft skills* como comunicação, liderança e trabalho ético, através do contato com clientes, gerenciamento de equipes e execução de obras. Além disso, decorrente destas atividades, há a percepção das dificuldades inerentes à atuação prática do engenheiro eletricitista, que permitem o desenvolvimento da iniciativa, criatividade e flexibilidade na resolução de problemas e conflitos.

## 1.2 A empresa

A Yape Engenharia LTDA, cujo logotipo encontra-se na figura 1, foi fundada em 28 de Junho de 2020, atuando principalmente no projeto e instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica, consultoria em engenharia elétrica e instalações e manutenções elétricas.

A empresa está situada na Rua Capitão João Alves de Lira, 443, no bairro da Prata em Capina Grande - PB. Além de atuar no escritório da empresa, as atividades de estágio

Figura 1 – Logotipo da Yape Engenharia.



Fonte: Yape Engenharia LTDA.

também foram realizadas na cidade de João Pessoa, PB, onde está situada grande parte dos clientes da empresa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

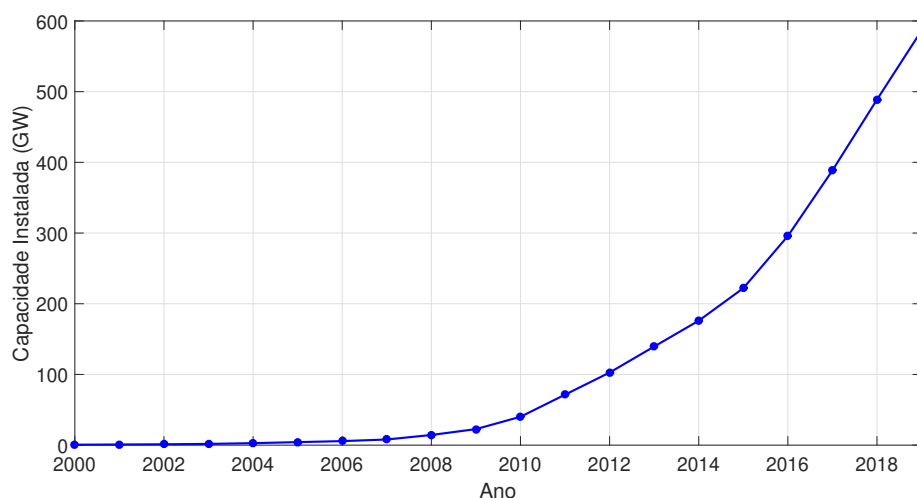
Neste capítulo, será feita uma breve introdução sobre os sistemas fotovoltaicos, explicitando os principais componentes e sua classificação. Em seguida, será realizada uma breve revisão sobre a Norma Regulamentadora 10 (NR 10) que norteia os requisitos quanto à segurança dos trabalhadores nas instalações e serviços em eletricidade. Por fim, será explicitada a metodologia para medição da resistência de aterramento, presente na norma NBR 15749 (ABNT, 2009). Tais conteúdos serviram como referencial teórico para as principais atividades executadas no estágio.

### 2.1 Sistemas de energia fotovoltaica

Os sistemas de geração fotovoltaica captam a energia luminosa fornecida pelo sol para transformá-la em energia elétrica e alimentar as cargas do sistema.

Partindo inicialmente de aplicações em pequena escala, esta forma de energia se desenvolveu e hoje, além de pequenos sistemas, existe uma grande quantidade de usinas solares espalhadas pelo mundo. Esta popularização se deve, principalmente, ao desenvolvimento das técnicas de fabricação, que levaram ao barateamento dos equipamentos utilizados. Além disto, devido aos incentivos que governos de diferentes países fornecem, tanto aos produtores de equipamentos, quanto aos consumidores com geração distribuída, existe uma crescente procura por esta forma de geração de energia. A figura 2 mostra a evolução da capacidade instalação de energia fotovoltaica no mundo.

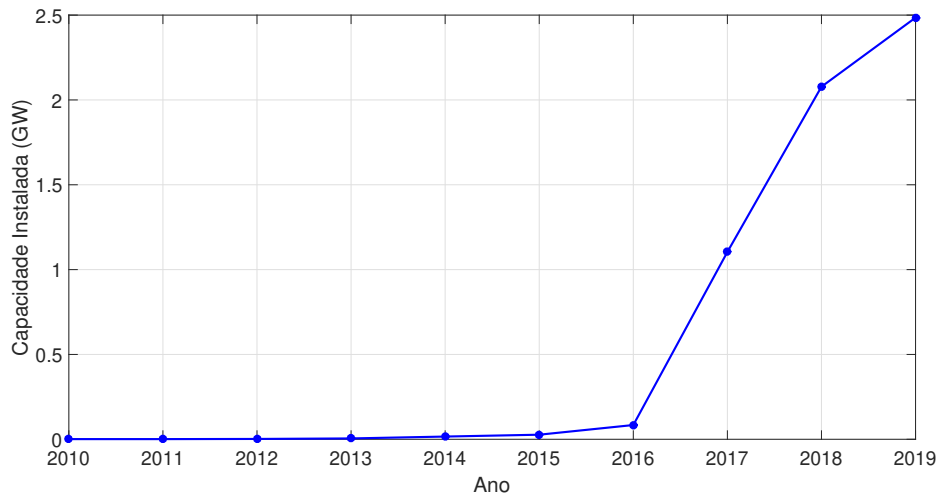
Figura 2 – Capacidade instalada de energia fotovoltaica no mundo.



Fonte: RITCHIE e et. al. (2020), adaptado pelo autor.

No Brasil, acompanhando a tendência global, também houve um grande aumento na capacidade instalada de energia fotovoltaica entre os anos 2010 e 2019, como mostra a figura 3.

Figura 3 – Capacidade instalada de energia fotovoltaica no Brasil.



Fonte: RITCHIE e et. al. (2020), adaptado pelo autor.

## 2.1.1 Componentes de um sistema fotovoltaico

Os principais componentes de um sistema fotovoltaico são os módulos fotovoltaicos, a *string box* e o inversor, que serão explicitados nas próximas páginas.

### 2.1.1.1 Módulos fotovoltaicos

O módulo fotovoltaico, popularmente conhecido por painel ou placa, é o equipamento responsável por captar a energia do sol e transformá-la em energia elétrica. É composto por células de um semicondutor, geralmente silício, agrupadas de modo a fornecer a potência desejada em sua saída. Os demais componentes do módulo fotovoltaico encontram-se detalhados na figura 4.

A quantidade de módulos empregada em um sistema indica a potência máxima que poderá ser gerada.

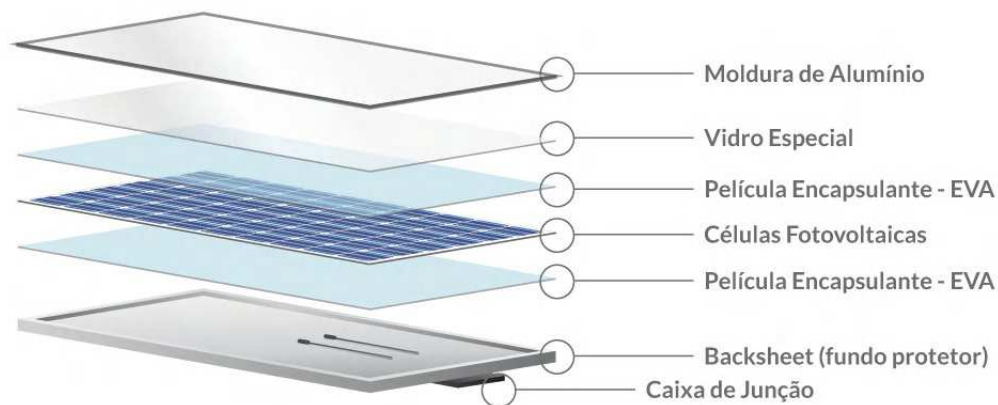
### 2.1.1.2 *String Box*

A *string box* é um elemento que serve para a proteção e seccionamento da energia CC gerada nas *strings*, também chamadas de arranjos, que são agrupamentos de módulos fotovoltaicos. Os elementos básicos presentes em uma *string box* são:

- Dispositivo de seccionamento - disjuntor ou chave seccionadora;
- Dispositivo de proteção contra sobretensão - DPS;



Figura 4 – Componentes de um módulo fotovoltaico.



Fonte: Blue Sol Energia Solar.

- Dispositivo de proteção contra sobrecorrente - disjuntor ou fusível.

A figura 5 mostra uma *string box* utilizada em sistemas de pequeno porte.

Figura 5 – *String Box*.

Fonte: Clamper.

### 2.1.1.3 Inversor

O inversor é o equipamento responsável pela conversão CC-CA, possibilitando a transferência da energia gerada pelos módulos para as cargas CA e para a rede elétrica da concessionária de energia local. A figura 6 mostra um inversor comercialmente utilizado em sistemas fotovoltaicos.

Além de fazer a conversão CC-CA, os inversores também implementam algoritmos para rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT), garantindo, assim, que sempre seja entregue a maior potência possível para o sistema CA. Inversores com dois MPPT ou mais tornam possível gerenciamento independente para diferentes *strings* do sistema.

Figura 6 – Inversor.



Fonte: Sungrow.

## 2.1.2 Classificação dos sistemas fotovoltaicos

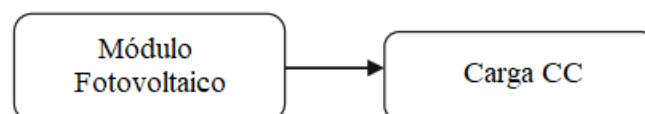
Quanto à conexão com a rede elétrica, os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em sistemas *off-grid* e sistemas *on-grid*. Tal classificação determina os demais componentes utilizados no sistema. O funcionamento e as características de cada um destes sistemas serão melhor analisados nas subseções seguintes.

### 2.1.2.1 Sistemas *Off-grid*

Os sistemas de geração fotovoltaica *off-grid* se caracterizam por não serem conectados à rede elétrica da concessionária local. Estes sistemas são mais utilizados em locais remotos, com aplicações em que a potência demandada é baixa, como por exemplo, sistemas para bombeamento de água, eletrificação de cercas e de postes de iluminação.

De acordo com SUMATHI e et. al. (2015), os sistemas *off-grid*, também chamados de *stand-alone*, podem ser classificados em sistemas de acoplamento direto e sistemas com uso de baterias.

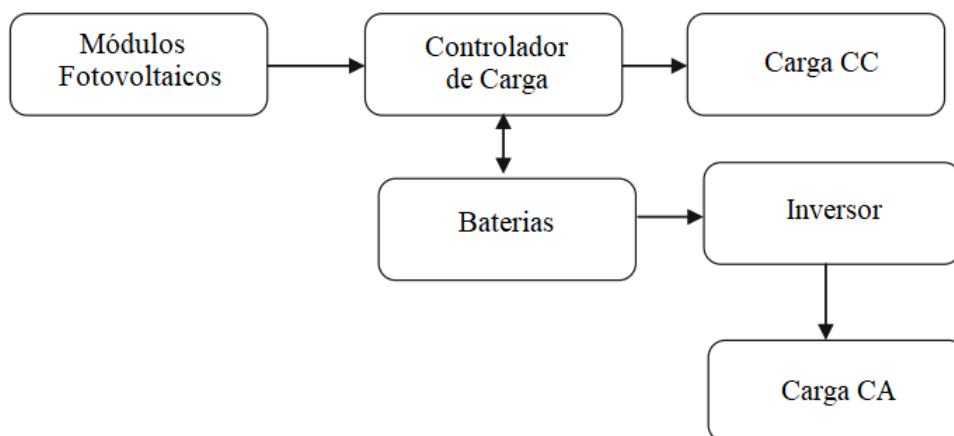
Nos sistemas de acoplamento direto, a energia elétrica gerada pelos módulos é utilizada para alimentar a carga CC diretamente, sem utilizar uma forma de armazenamento. O diagrama de blocos indicado na figura 7 mostra o funcionamento deste tipo de sistema.

Figura 7 – Sistema *off-grid* de acoplamento direto.

Fonte: SUMATHI e et. al. (2015), adaptado pelo autor.

Já nos sistemas com uso de bateria, a energia elétrica gerada pelos módulos é armazenada em baterias, para ser utilizada pela carga nos momentos em que os módulos não estejam gerando energia. Nesses sistemas é necessário utilizar um controlador de carga, responsável por gerenciar o armazenamento e o descarregamento da energia das baterias. Esses sistemas podem alimentar cargas CC ou cargas CA, com o uso de um inversor, porém tais cargas não estão conectadas paralelamente à rede de distribuição local. A figura 8 mostra o diagrama de blocos desse sistema.

Figura 8 – Sistema *off-grid* com baterias.



Fonte: SUMATHI e et. al. (2015), adaptado pelo autor.

A principal vantagem do sistema *off-grid* reside na total independência da rede local, fazendo com que as cargas funcionem mesmo quando há falta de energia na rede da concessionária local. além disto, não há pagamento do custo de disponibilidade, visto que não há conexão com a rede local. Sua desvantagem é o maior custo de aquisição quando são utilizadas baterias, menor vida útil e menor eficiência energética.

#### 2.1.2.2 Sistemas *On-grid*

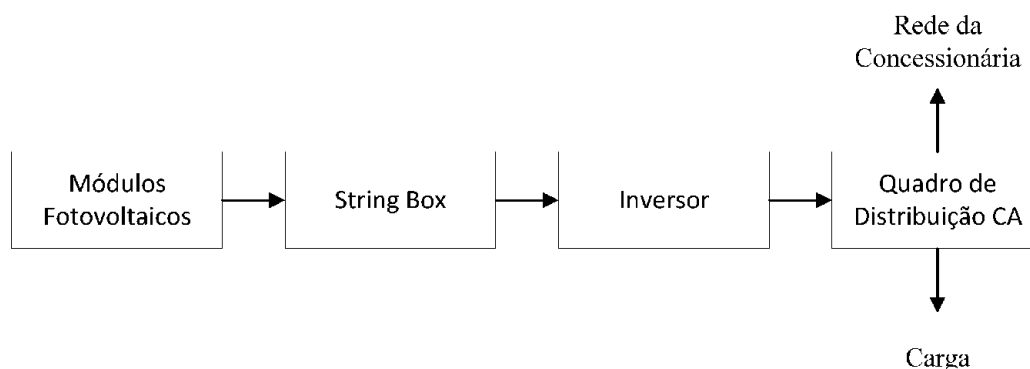
Os sistemas *on-grid* se caracterizam pela interligação com a rede elétrica. Suas principais vantagens são a alta eficiência e o menor custo, tornando este sistema extremamente popular para consumidores residenciais e comerciais.

Além disto, há o sistema de compensação de créditos de energia, no qual a energia injetada na rede pela unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica nas unidades consumidoras de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados. Assim, os sistemas são dimensionados com o intuito de, no mínimo, compensar a demanda necessária das unidades consumidoras a serem alimentadas. Com isto, de acordo com a legislação atual, ao consumidor restará o

pagamento do custo de disponibilidade e da demanda contratada, em caso de consumidores com maior potência instalada.

A figura 9 mostra o diagrama de blocos dos sistemas *on-grid*. A conexão da energia CA gerada pelo sistema fotovoltaico ocorre em um quadro de distribuição CA. Este quadro, na maioria das vezes, já está presente na instalação elétrica do cliente.

Figura 9 – Diagrama de blocos do sistema *on-grid*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a instalação do sistema, a concessionária de energia realiza a troca do medidor do cliente por um medidor bidirecional. Esse medidor é responsável por fazer um balanço entre a energia injetada e a energia consumida da rede, fornecendo parâmetros para a concessionária contabilizar os créditos de energia gerados pela unidade consumidora.

## 2.2 NR 10

A norma regulamentadora 10 (NR 10), publicada pelo extinto Ministério do Trabalho em 1978 e alterada em sua última versão pela Secretaria Especial de Previdência e Trabalho no ano de 2019, tem como objetivo estabelecer medidas de prevenção e controle, visando a segurança dos trabalhadores em instalações e serviços em eletricidade (BRASIL, 2004). Esta norma só não é aplicável a instalações elétricas de extra baixa tensão, ou seja, com tensão abaixo de 50 V em CA ou 120 V em CC.

Em outras palavras, a NR 10 indica os requisitos mínimos a serem seguidos de modo a garantir a segurança dos trabalhadores que atuam com eletricidade, evitando punições à empresa responsável pelo trabalhador.

### 2.2.1 Prontuário de Instalações Elétricas (PIE)

Citado como uma medida de controle, o item 10.2.4 exige que os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW constituam e mantenham atualizado um Prontuário de Instalações Elétricas (PIE), contendo, no mínimo, os seguintes itens:

- Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR, além da descrição das medidas de controle existentes;
- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental;
- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação e autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações.

Desta forma, o PIE é um documento dinâmico, visto que deve estar sendo constantemente atualizado.

## 2.3 Sistemas de aterramento

O aterramento se apresenta como uma ligação de baixa impedância entre a instalação elétrica, ou estrutura, e a terra, podendo ser classificado como aterramento funcional e aterramento de proteção.

O aterramento funcional é aquele utilizado para garantir o correto funcionamento da instalação elétrica, garantindo que correntes elétricas de naturezas diversas, que não deveriam estar presentes no funcionamento normal da instalação, possam ser drenadas para a terra, evitando, assim, possíveis danos aos equipamentos elétricos (CREDER, 2007). Neste tipo de aterramento, um dos condutores, geralmente o neutro, é ligado à terra utilizando uma malha de aterramento.

O aterramento de proteção é utilizado para ligar as massas (partes metálicas) dos equipamentos elétricos à terra. Desta forma, ele serve como um sistema de segurança contra contatos indiretos acidentais, no qual uma pessoa recebe uma descarga elétrica ao tocar uma massa que deveria estar isolada, mas que por alguma falha da instalação passou a ficar energizada (MAMEDE F., 2007).

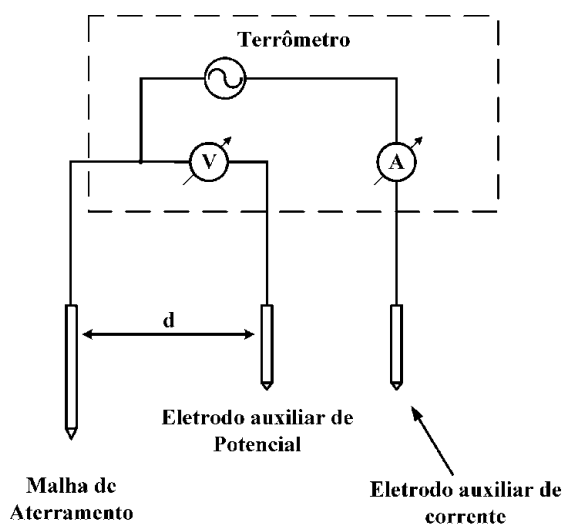
Dado que a função do aterramento, além de garantir o correto funcionamento da instalação do sistema, é proteger contra acidentes, garantir o correto funcionamento do sistema de aterramento é de extrema importância na diminuição de acidentes, principalmente em plantas industriais. Uma das formas de se garantir sua eficácia é a medição da resistência de aterramento, cujo procedimento será descrito a seguir.

### 2.3.1 Medição da resistência de aterramento

Os métodos e procedimentos para a medição de resistência de aterramento estão presentes na norma NBR 15749 (ABNT, 2009). Dois métodos são descritos na norma: o método da queda de potencial e o método da queda de potencial com injeção de alta corrente.

Neste relatório será abordado apenas o método da queda de potencial, visto que foi o método utilizado na atividade desenvolvida pelo estagiário. O esquema indicado na figura 10, mostra como é feita a medição de aterramento usando o método da queda de potencial.

Figura 10 – Método da queda de potencial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

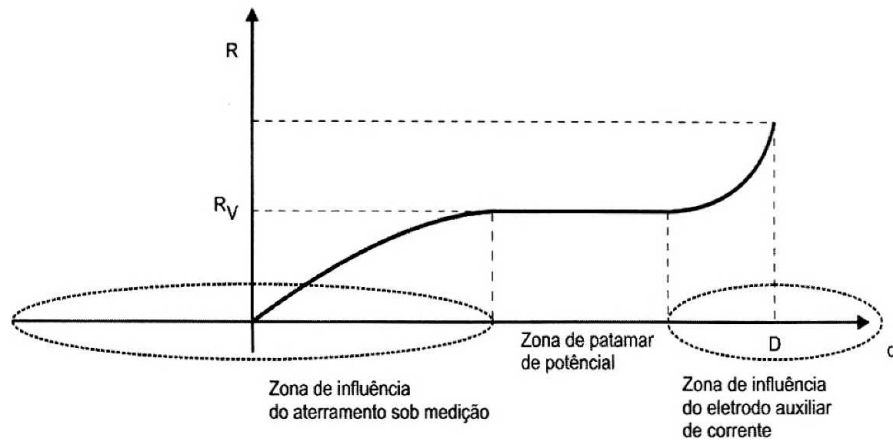
O método consiste em injetar uma corrente elétrica no eletrodo auxiliar de corrente e medir a queda de tensão entre o eletrodo auxiliar de potência e a malha de aterramento objeto da medição. Tanto a injeção da corrente, quanto a medição da queda de potencial, neste método, é realizada diretamente pelo terrômetro, equipamento responsável por medir a resistência de aterramento e a resistividade do solo.

O objetivo aqui é levantar a curva da resistência em função da distância  $d$  entre a malha a ser medida e o eletrodo auxiliar de potencial. Para isto, o aterramento deve ser desconectado da instalação e a distância entre o objeto de teste e o eletrodo de corrente

deve ser de, no mínimo, três vezes a maior dimensão da malha de aterramento. Em seguida, a posição do eletrodo auxiliar de potencial deve ser deslocada em intervalos regulares de 5%, no mesmo sentido do eletrodo auxiliar de corrente.

Desta forma, será obtida uma curva da resistência de aterramento em função da distância, como mostrado na figura 11.

Figura 11 – Gráfico da resistência de aterramento em função da distância.



Fonte: ABNT (2009).

Este gráfico possui três diferentes zonas. A zona de influência do aterramento sob medição, a zona de patamar de potencial e a zona de influência do eletrodo auxiliar de corrente. O valor médio da zona de patamar é o valor que deve ser utilizado como a resistência de aterramento do sistema medido.

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo serão relatadas as principais atividades que foram desenvolvidas no período de realização do estágio. Inicialmente, será relatado o projeto e instalação de um sistema de geração solar fotovoltaica. Em seguida, será exposta a execução de um prontuário de instalações elétricas para uma indústria de reciclagem e embalagem de material plástico. Por fim, será relatada a experiência na medição da resistência de aterramento, de modo a compor o laudo de aterramento.

### 3.1 Atividade 1 - Instalação de sistemas de geração fotovoltaica

O estagiário acompanhou o projeto e a instalação de três sistemas fotovoltaicos durante a execução do estágio. Destes, dois sistemas possuem potência instalada de 5 kWp, enquanto o terceiro possui potência instalada de 2 kWp.

Será relatada a experiência de instalação de um sistema fotovoltaico de 5 kWp em um centro de treinamento de *crossfit* na cidade de João Pessoa, Paraíba.

Inicialmente, foi calculada a quantidade de módulos necessários para gerar a energia requerida pelo cliente, de 850 kWh mensais. Por dia, o consumo de energia para este consumidor é dado por:

$$E_{consumida/dia} = \frac{850kWh}{30} = 28,33kWh \quad (3.1)$$

O módulo escolhido possui potência máxima de saída de 340 Wp e as demais características estão presentes na tabela 1. De acordo com a plataforma SWERA, a irradiância média diária em plano inclinado para a localização do consumidor é 5,84 kWh/m<sup>2</sup>. A quantidade de energia gerada por um módulo é dada por:

$$E_{gerada/placa} = 340 \times 5,884 \times 0,8 = 1,6kWh \quad (3.2)$$

Assim, a quantidade de módulos necessários para o sistema é dada pela divisão entre os resultados das equações 3.1 e 3.2.

$$Quantidade\ de\ Módulos = \frac{28,33}{1,6} = 17,71 = 18\ módulos \quad (3.3)$$

A escolha do inversor foi feita considerando um *oversizing* de 22%, o que significa que a potência total fornecida pelos módulos é 22% maior que a potência nominal do inversor. Assim, com uma maior quantidade de módulos, é possível manter o inversor



Tabela 1 – Dados dos módulos.

Fabricante	JINKO
Modelo	JKM340PP-72
Máxima tensão de saída (CC)	38,2 V
Máxima corrente de saída (CC)	8,91 A
Máxima potência de saída	340 Wp
Eficiência do módulo	17,52 %
Quantidade de módulos	18
Quantidade de <i>strings</i>	2

funcionando em sua potência máxima por mais tempo durante o dia. Portanto, foi possível diminuir o valor total do sistema, mantendo ainda os requisitos de segurança do inversor. As características do inversor escolhido estão listadas na tabela 2.

Tabela 2 – Dados do inversor.

Fabricante	SUNGROW
Modelo	SG5K-D
Máxima tensão de entrada (CC)	600 V
Máxima corrente de entrada (CC)	20 A
Número de MPPT's	2
Máxima potência de saída	5 kW
Máxima corrente de saída (CA)	22,7 A

Para dar subsídios à execução da proposta, foi necessário realizar um estudo da influência do sombreamento nos módulos, pois, como indicam as figuras 12 (a) e (b), o local da montagem está cercado por dois edifícios residenciais.

Tal estudo foi realizado pelo engenheiro eletricista responsável, em conjunto com o estagiário, utilizando o software PV Syst, sendo o primeiro contato do estagiário com o software. Este software é amplamente utilizado por projetistas de sistemas fotovoltaicos, visto que ele permite realizar o projeto, dimensionamento do sistema, análise de sombreamento, dentre outras funções. Para este projeto, o PV Syst foi utilizado para análise da influência do sombreamento causado pelos edifícios vizinhos no sistema fotovoltaico a ser instalado. Como resultado da simulação, o software fornece relatórios indicando a potência total gerada pelo sistema na localização escolhida. Desta forma, foi possível escolher a melhor localização dos módulos fotovoltaicos, baseando-se na energia total fornecida para o consumidor.

Figura 12 – Localização do cliente em (a) 2D e (b) 3D.



Fonte: Google Maps, 2021.

Após o fechamento da proposta, coube ao estagiário fazer o levantamento dos materiais necessários para a instalação. A lista de materiais necessária para a instalação consta no apêndice A.

Como última etapa anterior à execução da instalação, foi necessário elaborar plantas e diagramas para indicar a localização dos módulos, do aterramento, da *string box* e do inversor. Tais diagramas, que servem de referência para os eletricitistas durante a execução do serviço, encontram-se no apêndice B. A figura 13 mostra o *layout* em 3D da localização dos módulos.

Figura 13 – *Layout* da instalação em 3D.

Fonte: Yape Engenharia.

Durante a execução do serviço, o estagiário foi responsável pelo acompanhamento da equipe de instalação, que era composta por um eletricitista e dois ajudantes. A equipe recebeu um breve treinamento quanto à utilização dos equipamentos de proteção para trabalho em altura (cinto paraquedista, trava-quedas, mosquetão, linha de vida), além

de um *briefing* sobre a instalação, visto que o local estava em funcionamento durante o processo de montagem.

Inicialmente, foi colocada a estrutura de sustentação e os perfis de alumínio utilizados para a fixação dos módulos, como mostra a figura 14.

Figura 14 – Estrutura para fixação dos módulos.



Fonte: Autoria própria.

A figura 15 (a) mostra a finalização do serviço de instalação dos módulos, com a colocação dos conectores terminais ou *end clamp*, em detalhe na figura 15 (b).

Figura 15 – Instalação do sistema: (a) fixação dos conectores e (b) detalhe do conector terminal ou *end clamp*.



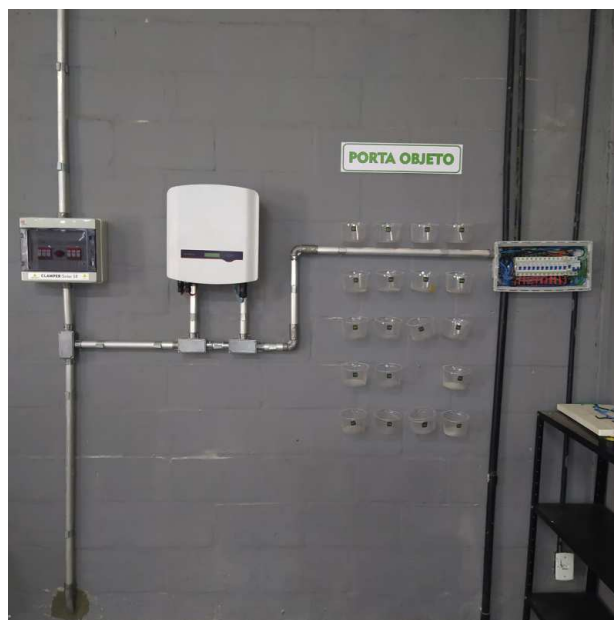
(a)

(b)

Fonte: Autoria própria.

Por fim, foi realizada a parametrização do inversor de acordo com as referências da concessionária de energia local citada na NDU 013 (ENERGISA, 2019). A figura 16 mostra a instalação finalizada.

Figura 16 – Instalação finalizada.



Fonte: Autoria própria.

## 3.2 Atividade 2 - Prontuário de Instalações Elétricas

Desde o início do contrato, o estagiário ficou responsável por confeccionar um Prontuário de Instalações Elétricas para uma indústria de reciclagem e embalagens de material plástico, localizada na cidade de João Pessoa. A indústria é composta por dois setores, nomeados embalagem e reciclagem, cada um com sua própria subestação para recebimento de energia em média tensão.

Dada a grande quantidade de tarefas a serem executadas inicialmente foi criado um cronograma de execução do prontuário, mostrado na figura 17, que especifica as etapas a serem seguidas, bem como o atual estado da execução de cada uma delas. Neste cronograma, o status era indicado por cores em que verde indicava uma etapa finalizada, amarelo apontava uma etapa em execução e vermelho, uma etapa não iniciada.

Seguindo o cronograma, foi elaborado um *checklist* para a inspeção nos painéis elétricos dos painéis elétricos, com itens indicando possíveis não conformidades referentes à NBR 5410 (ABNT, 2004) e à NR 10. O setor da reciclagem é composto por 34 painéis e a embalagem possui 14 painéis. Para cada um dos painéis, foram relatadas as não conformidades encontradas baseadas no *checklist*, gerando um relatório para o setor da

Figura 17 – Cronograma de execução do PIE.



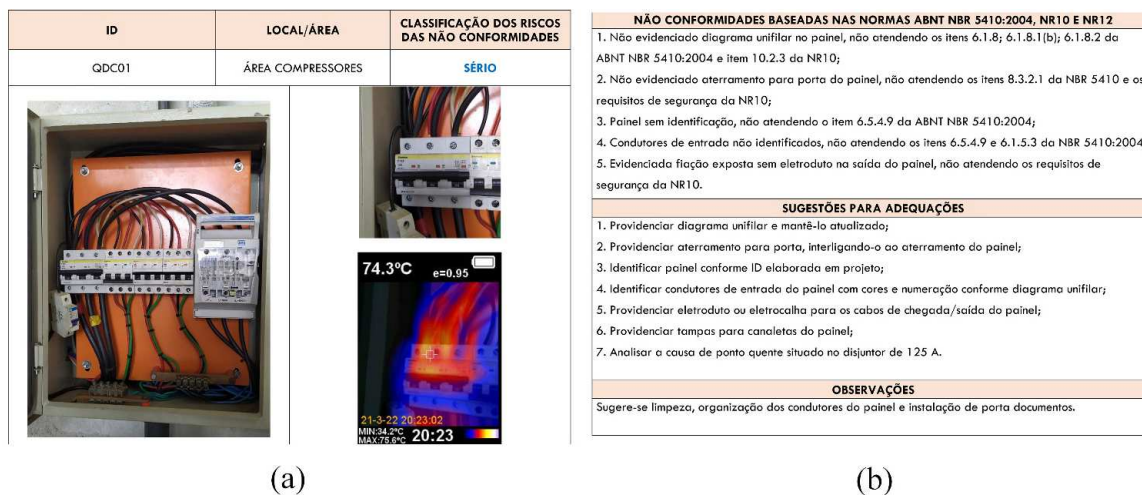
### Cronograma de Execução do Prontuário de Instalações Elétricas

Item da Proposta	Atividade	Início	Fim	Status
4	Laudo das Instalações Elétricas			
	Vistoria das Instalações Elétricas	18/02/2021	26/02/2021	
	Relatório de análise de risco	22/02/2021	05/03/2021	
	Relatório de não conformidades, sugestões/adequações e observações	22/02/2021	05/03/2021	
6	Diagrama Unifilar			
	Diagrama da Reciclagem	18/02/2021	05/03/2021	
	Diagrama da Embalagem	22/02/2021	05/03/2021	
	Laudo ATPV	18/02/2021	26/02/2021	
5	Laudo de SPDA			
	Medição e Laudo de malhas de aterramento	29/03/2021	04/04/2021	
	Elaboração do cronograma para projeto e instalação do SPDA	18/02/2021	05/03/2021	
1	Análise Documental			
	Levantamento das documentações relacionadas à segurança em serviços e instalações elétricas	08/03/2021	19/03/2021	
	Cronograma de adequação dos itens documentais da NR 10	25/01/2021	28/01/2021	
3	Análise documental dos eletricitistas			
	Levantamento da documentação comprobatória de qualificação, habilitação, capacitação e autorização dos trabalhadores	08/03/2021	19/03/2021	
	Levantamento do inventário de equipamentos, EPI's e EPC's	08/03/2021	19/03/2021	
7	Elaboração de procedimentos técnicos de trabalho			
	Procedimentos operacionais	25/02/2021	31/03/2021	
	Procedimentos administrativos	22/02/2021	31/03/2021	
	Rastreabilidade dos serviços elétricos	22/02/2021	31/03/2021	
2	Carta de nomeação do gestor do prontuário			
	Treinamentos aos colaboradores sobre os procedimentos e manutenção do PIE	15/03/2021	16/04/2021	
	Assinatura do responsável técnico por gerir e manter a atualização do PIE	05/04/2021	16/04/2021	

Fonte: Autoria própria.

embalagem e outro para a reciclagem. A figura 18 mostra um trecho do relatório, em que na parte (a) encontram-se as imagens obtidas na inspeção e na parte (b) estão listadas as não conformidades e as adequações indicadas de modo a sanar o problema.

Figura 18 – Relatório de análise de riscos e de não conformidades.



Fonte: Autoria própria.

Para cada painel, os riscos encontrados podiam ser classificados de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos riscos no relatório de não conformidades.

Alto	Reparar imediatamente, risco eminente de acidente e/ou falha nas instalações
Sério	Reparar o mais rápido possível, possibilidade de acidente e/ou falha nas instalações
Moderado	Reparar quando possível
Rotina	Programar no plano de manutenção

Esta classificação diz respeito à urgência em realizar as adequações, de acordo com aspectos relacionados à segurança do trabalhador e à possibilidade de falha no equipamento. Para indicar esta possibilidade de falha, também foi realizada inspeção utilizando termovisão.

O próximo passo executado foi a elaboração do diagrama unifilar e das plantas de localização dos quadros elétricos de cada um dos setores, incluídos no apêndice C. Cada diagrama iniciava na entrada de energia da subestação e finalizava na entrada de cada painel elétrico. Cada um dos diagramas foi elaborado pelo estagiário com base nas informações coletadas nas visitas à empresa e com as informações cedidas pelos funcionários da manutenção.

Em seguida, foi levantada toda a documentação relacionada aos setores de manutenção, produção e SESMT.

- Documentação comprobatória de qualificação, habilitação, capacitação e autorização dos trabalhadores;
- Inventário de EPI's e EPC's;
- Procedimentos administrativos e operacionais;
- Notas fiscais e ordens de serviço externas relacionados às instalações elétricas;
- Projeto do SPDA.

No tocante à documentação, foi verificado que um dos trabalhadores da equipe de manutenção necessitava fazer o treinamento de reciclagem bianual, conforme citado no item 10.8.8.2 da NR 10.

Como a empresa não utilizava procedimentos operacionais, ordens de serviço e análise preliminar de riscos em suas atividades de manutenção, tais documentos foram criados no escopo desta consultoria em parceria com os setores de manutenção e SESMT. O apêndice D mostra a ordem de serviço e a análise preliminar de riscos. Para a implementação destas novas rotinas no dia a dia da manutenção, foi ministrado um treinamento para os colaboradores da empresa, com acompanhamento da utilização da documentação. Desta forma, foi possível realizar um rastreamento dos serviços de instalação e manutenção internos, que podem vir a ser incluídos em posterior atualização do PIE.

A empresa não conta atualmente com sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Portanto, de modo a ser realizada esta adequação, foi elaborado um cronograma a ser seguido pela empresa para a implementação do SPDA em suas instalações. Este cronograma, que foi elaborado em consonância com a norma NBR 5419-1 (ABNT, 2015), encontra-se no apêndice E.

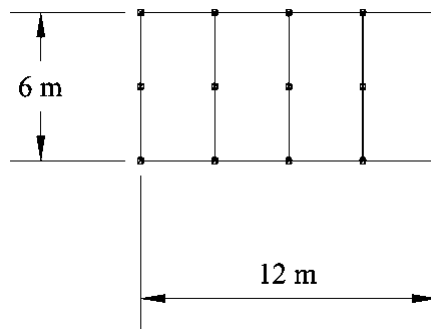
### 3.3 Medição de resistência de aterramento

No âmbito da execução do PIE, foi necessário realizar a medição da resistência das malhas de aterramento dos dois setores da indústria. A medição foi realizada em dois dias, quando a planta fabril não estava em funcionamento. Para demonstrar a execução do procedimento, será mostrado o passo a passo da medição de uma das malhas.

O instrumento utilizado na medição foi um terrômetro Minipa, modelo MTR-1522.

A malha a ser medida, está situada no setor da embalagem, sendo utilizada como aterramento funcional de todos dos quadros que alimentam as máquinas desse setor. Ela é composta de por 15 hastes, dispostas de acordo com a figura 19.

Figura 19 – Malha de aterramento da embalagem.



Fonte: Autoria própria.

Como a maior dimensão desta malha é de 12 m, a distância entre a malha e o eletrodo de corrente deveria ser de no mínimo 36 m. Porém, devido ao tamanho do espaço disponível e da presença de obstáculos no local das medições, o eletrodo de corrente só pôde ser colocado na distância de aproximadamente 33 m.

Inicialmente, foi realizada a marcação das posições em que o eletrodo de potencial seria colocado para realizar as medições. Em seguida, a posição do eletrodo de potencial era trocada e cada medição foi anotada, fazendo com que fosse obtida uma tabela com os valores medidos (tabela 4).

Em seguida, a posição do eletrodo de potencial era trocada e cada medição foi anotada, fazendo com que fosse obtida uma tabela com os valores medidos (tabela 4).

Tabela 4 – Dados da medição da resistência de aterramento.

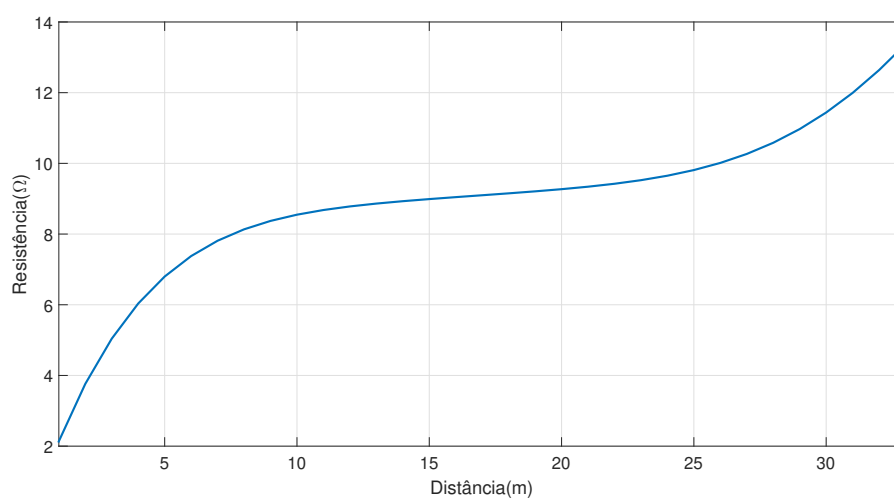
Distância (m)	Resistência ( $\Omega$ )
3	5,04
7,1	7,85
9	8,38
12	8,78
15	9,01
18	9,15
21	9,36
24	9,66
27	10,28
30	11,45

Foi calculado o erro percentual entre a medição em um ponto e a medição no ponto



seguinte, fazendo com que se obtivesse um erro menor que 5% nas medições entre os pontos com distância de 9 m e 24 m. Ao se calcular a resistência média com base nesses pontos, foi obtido o valor de  $9,057 \Omega$ , que se encontra aceitável de acordo com a norma NBR 5410 (ABNT, 2004). Com o intuito de facilitar a visualização dos dados, o software matlab foi utilizado para fazer um ajuste de curvas, através da *toolbox* CFTool, podendo, assim, ser gerado o gráfico da figura 20.

Figura 20 – Gráfico da resistência de aterramento em função da distância.



Fonte: Autoria própria.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do estágio na Yape Engenharia possibilitou a aquisição de conhecimentos práticos necessários à atuação profissional como engenheiro eletricista.

Esta experiência permitiu a aplicação de conhecimentos de diversas disciplinas estudadas durante a graduação, destacando-se entre elas: Expressão Gráfica, Sistemas Elétricos, Instalações Elétricas, Geração de Energia Elétrica e Equipamentos Elétricos. Desta forma, foi possível aplicar os conhecimentos práticos relacionados à ênfase de eletrotécnica.

Além dos conhecimentos técnicos, diferentes habilidades, como negociação, gestão de projetos, relacionamento interpessoal e liderança, puderam ser desenvolvidas com autonomia em um ambiente extremamente enriquecedor. Estas técnicas, chamadas de *soft skills*, são de extrema importância no atual mercado de trabalho, que além de ser extremamente competitivo, requer grande flexibilidade e autonomia dos seus profissionais.

Portanto, de acordo com o exposto acima, o estágio na Yape Engenharia foi extremamente valioso no desenvolvimento pessoal e profissional, que de forma ampla, permitiu a atuação nos diversos campos relacionados à engenharia elétrica. Além disto, foi incrivelmente satisfatório poder contribuir para o desenvolvimento de uma empresa jovem e com grande potencial de crescimento.

Por fim, o estágio supervisionado veio finalizar esta importante jornada no curso de graduação, mostrando o grande valor da UFCG, que se destaca como uma das melhores faculdades de engenharia elétrica no Brasil. Assim, só restam os sentimentos de gratidão pela oportunidade e pelas conquistas obtidas neste processo.

# REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008. *Instalações elétricas de baixa tensão*, Rio de Janeiro, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 33.
- ABNT. NBR 15749: 2009. *Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento*, Rio de Janeiro, 2009. Citado 3 vezes nas páginas 15, 22 e 23.
- ABNT. NBR 5419-1:2015. *Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais*, Rio de Janeiro, 2015. Citado na página 31.
- BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. portaria gm nº 598, de 07 de dezembro de 2004. *Norma regulamentadora nº 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade*, Brasília, 2004. Citado na página 20.
- CREDER, H. *Instalações Elétricas*. Décima quinta edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Citado na página 21.
- ENERGISA. Norma de Distribuição Unificada NDU 013. *Critérios para a conexão de acessantes de geração distribuída em baixa tensão ao sistema de distribuição da Energisa-PB*, João Pessoa, 2019. Citado na página 28.
- MAMEDE F., J. *Instalações Elétricas Industriais*. Sétima edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Citado na página 21.
- RITCHIE, R.; et. al. **CO2 and Greenhouse Gas Emissions**. *Our World in Data*, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- SUMATHI, S.; et. al. *Solar PV and Wind Energy Conversion Systems*. Suíça: Springer International Publishing, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.

# Apêndices

APÊNDICE A – LISTA DE MATERIAIS  
PARA INSTALAÇÃO DE SISTEMA  
FOTOVOLTAICO



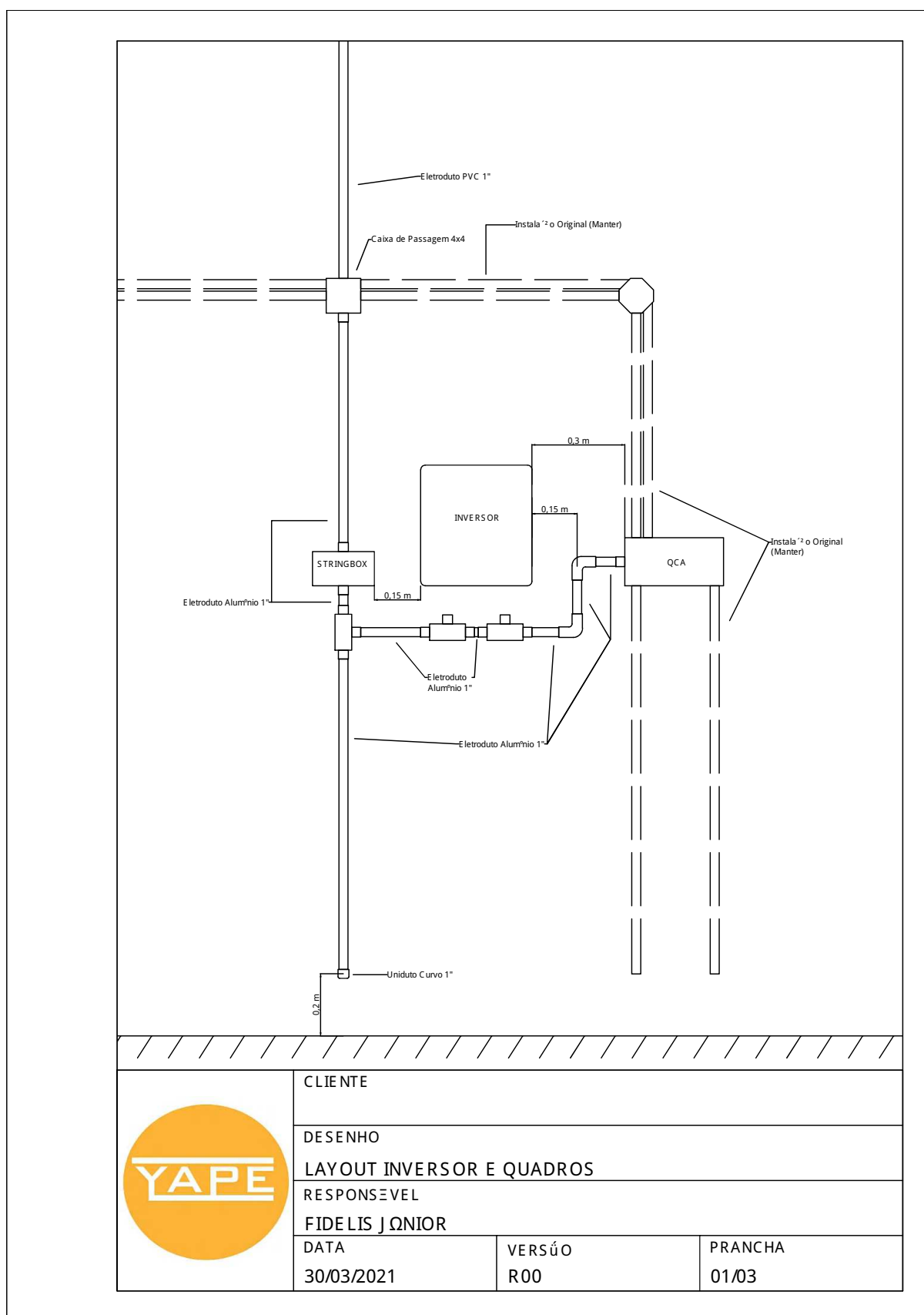
Lista de Materiais

Cliente:

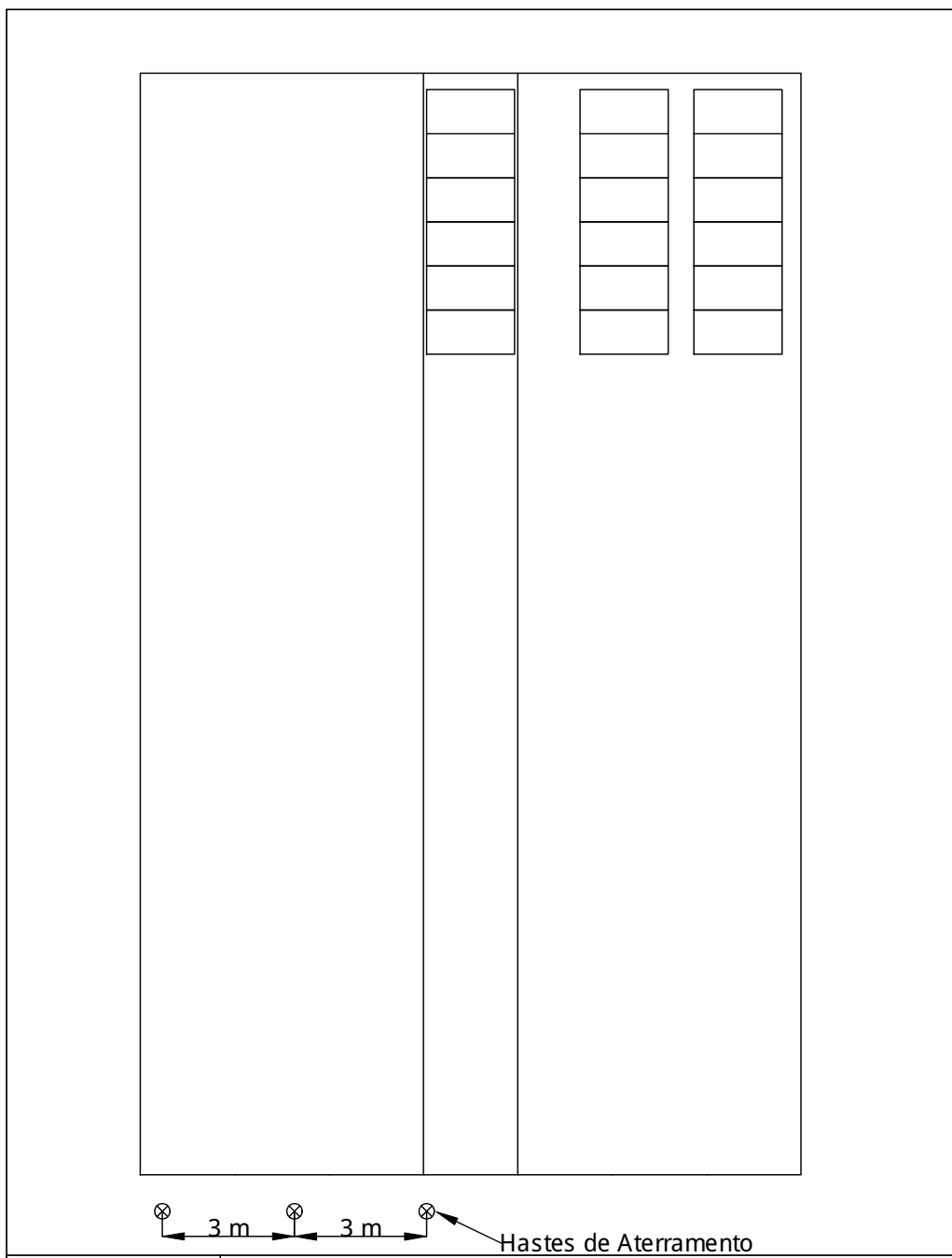
Bairro:


Item	Unidade	Quantidade
A braçadeira Tipo D com cunha 1"	Peça	7
A braçadeira Tipo D com cunha 3/4"	Peça	6
Arruela Eletrodo 1"	Peça	10
Bucha de Redução com rosca 1" para 3/4"	Peça	2
Bucha para Eletrodo de 1"	Peça	10
Cabo de cobre nu para aterramento 10 mm <sup>2</sup>	Metros	4
Caixa de inspeção de aterramento com tampa	Peça	3
Condulete Múltiplo tipo X de 1"	Peça	3
Condutor de cobre semi-rígido com isolamento para 0,6/1 kV de 6 mm <sup>2</sup>	Metros	6
Conector tipo GTDU	Peça	3
Disjuntor Termomagnético Monofásico 32 A	Peça	1
Eletrodo de Alumínio 1"	Peça	1
Eletrodo de Alumínio 3/4"	Peça	1
Eletrodo de PVC Rígido Soldável 1"	Peça	1
Haste de aterramento de aço cobreada 16 mm x 1,5 m	Peça	3
Parafuso e bucha 6 mm	Peça	15
Parafuso e bucha 8 mm	Peça	30
Uniduto para eletrodo de 1"	Peça	7
Uniduto para eletrodo de 3/4"	Peça	2
Unile/Uniduto Curvo 90°	Peça	4

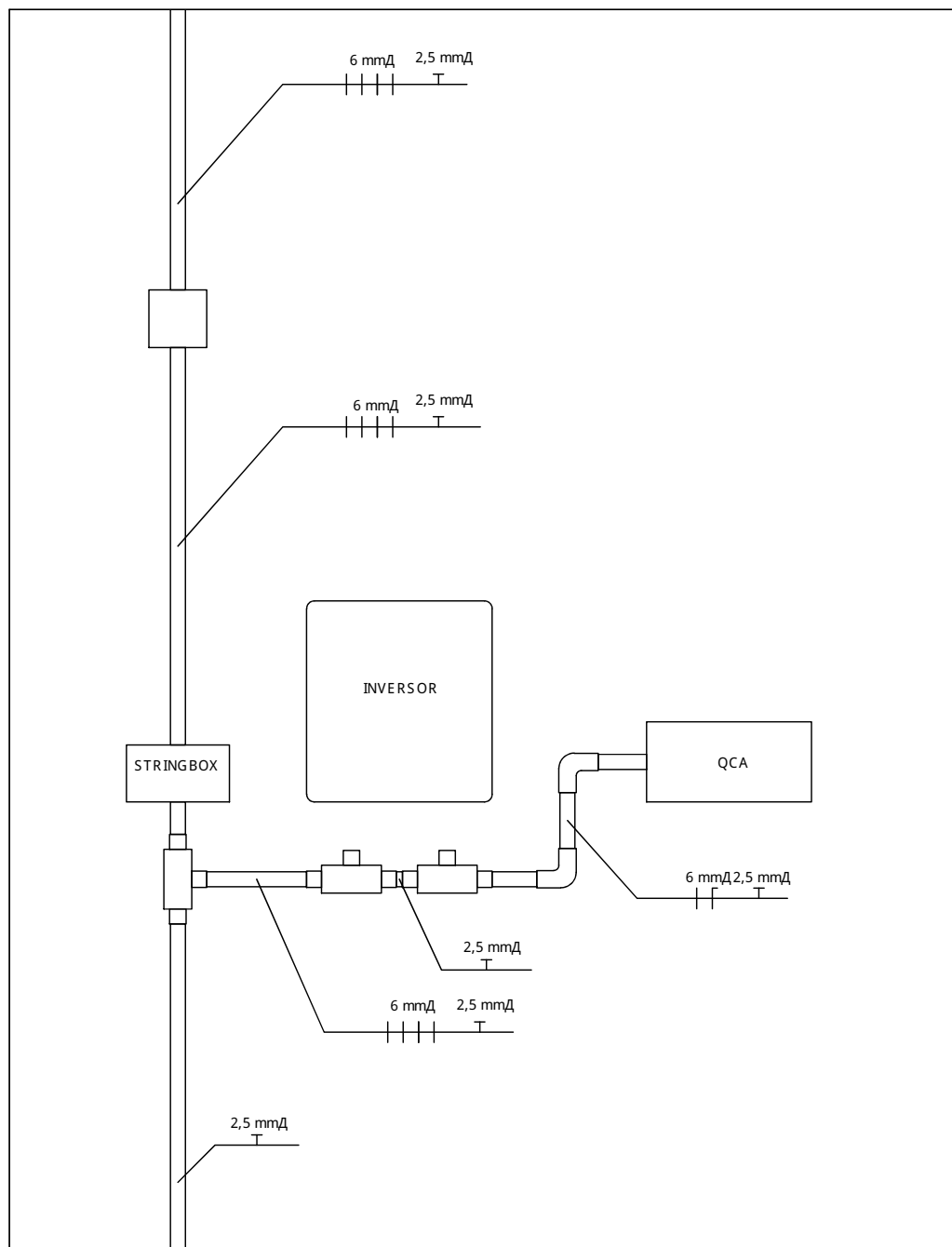
# APÊNDICE B – DIAGRAMAS PARA EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO





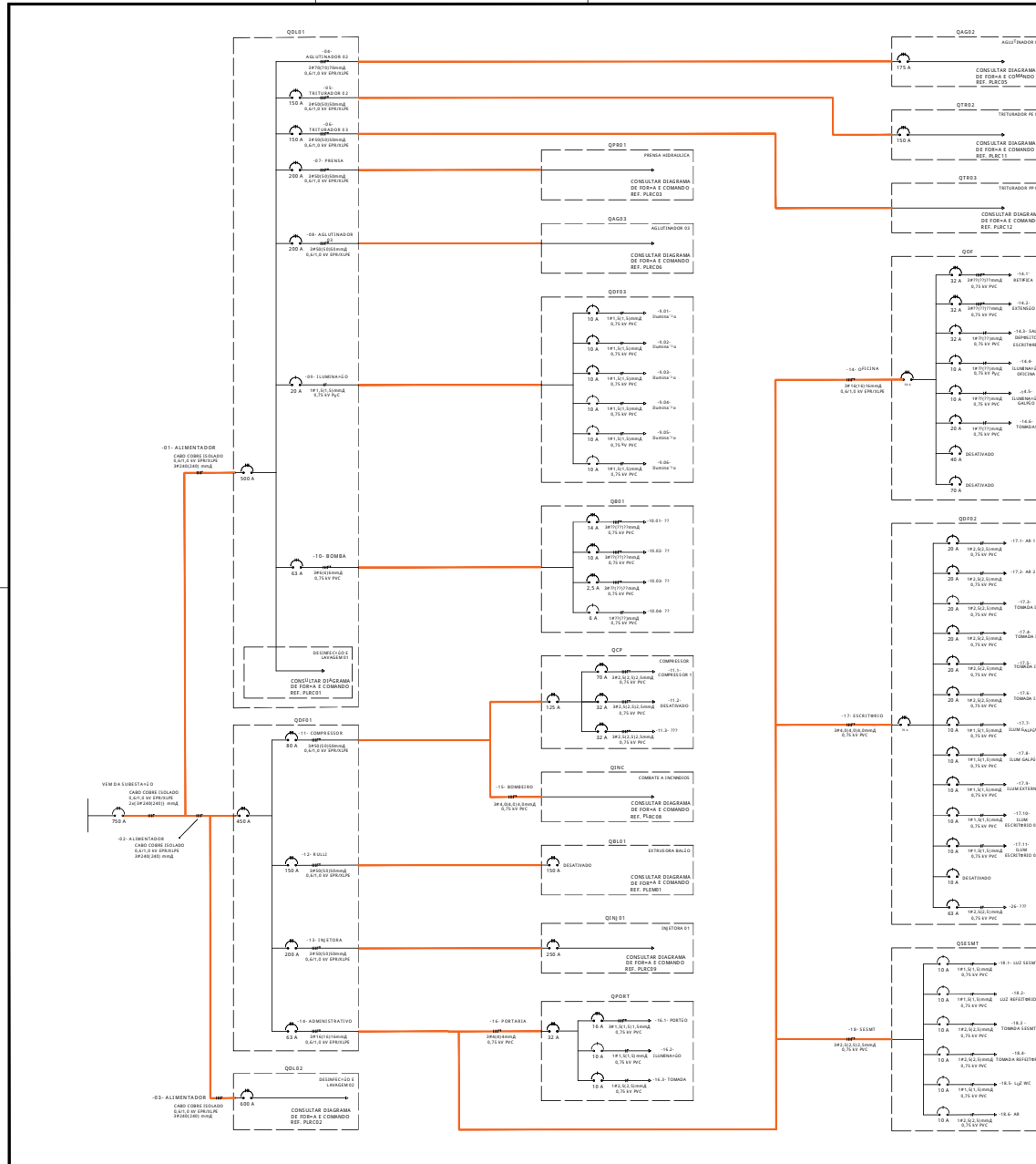


	CLIENTE		
	DESENHO		
	LAYOUT MÓDULOS E ATERRAMENTO		
	RESPONSEVEL		
FIDELIS JÚNIOR			
DATA	VERSÃO	PRANCHA	
30/03/2021	R00	02/03	



CLIENTE		
DESENHO		
DIAGRAMA UNIFILAR		
RESPONSÁVEL		
FIDELIS JUNIOR		
DATA	VERSÃO	PRANCHA
30/03/2021	R00	03/03

APÊNDICE C – DIAGRAMAS E PLANTAS  
DO PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS



**LEGENDA:**

QDL01	Quadro Desinfec <sup>2</sup> o e Lavagem 01
QDL02	Quadro Desinfec <sup>2</sup> o e Lavagem 02
QDF01	Quadro de Distribu <sup>2</sup> o de For <sup>a</sup> e Ilumina <sup>2</sup> o 01
QDF02	Quadro de Distribu <sup>2</sup> o de For <sup>a</sup> e Ilumina <sup>2</sup> o 02
QDF03	Quadro de Distribu <sup>2</sup> o de For <sup>a</sup> e Ilumina <sup>2</sup> o 03
QPR01	Quadro Prensa Hidráulica 01
QAG02	Quadro Aglutinador 02
QAG03	Quadro Aglutinador 03
QTR02	Quadro Triturador PE 02
QTR03	Quadro Triturador PP 01
QB01	Quadro Bomba D <sup>2</sup> gua
QBL01	Quadro Extusora BaP o Rulli 01
QINJ01	Quadro Injetora 01
QCP	Quadro Compressores
QNC	Quadro Sistema de Combate a Inc, ndio
QOF	Quadro Oficina Mec <sup>a</sup> nica
QPOR	Quadro Portaria
QSESMT	Quadro Seguran <sup>a</sup> e Medicina do Trabalho

**OBSERVAÇÕES:**

1. Quadros de for<sup>a</sup> e comando de máquinas que compõem linhas de produ<sup>2</sup>o em específico s<sup>2</sup>o referenciadas por diagramas unifilares/multifilares em separado;
2. Em caso de necessidade, solicitar a respons<sup>2</sup>vel os diagramas dos quadros das máquinas;
3. A localiza<sup>2</sup>o dos quadros tem indica<sup>2</sup>o em planta baixa atualizada conforme informa vers<sup>2</sup>o e data de refer<sup>a</sup>ncia;
4. Verificar vers<sup>2</sup>o e datas de atualiza<sup>2</sup>o dos diagramas;
5. Em caso de desatualiza<sup>2</sup>o, consultar ordens de servi<sup>2</sup>o que constam reformas e instala<sup>2</sup>ões elétricas. Verificar cronograma para atualiza<sup>2</sup>o do prontuário.

CLIENTE: RECICLAGEM  
 PROJETO DE MAPEAMENTO ELETROMECÂNICO DE EDIFICAÇÃO  
 ENDEREÇO DA OBRA:  
 AUTOR: YAPE ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 37.877.436/0001-73

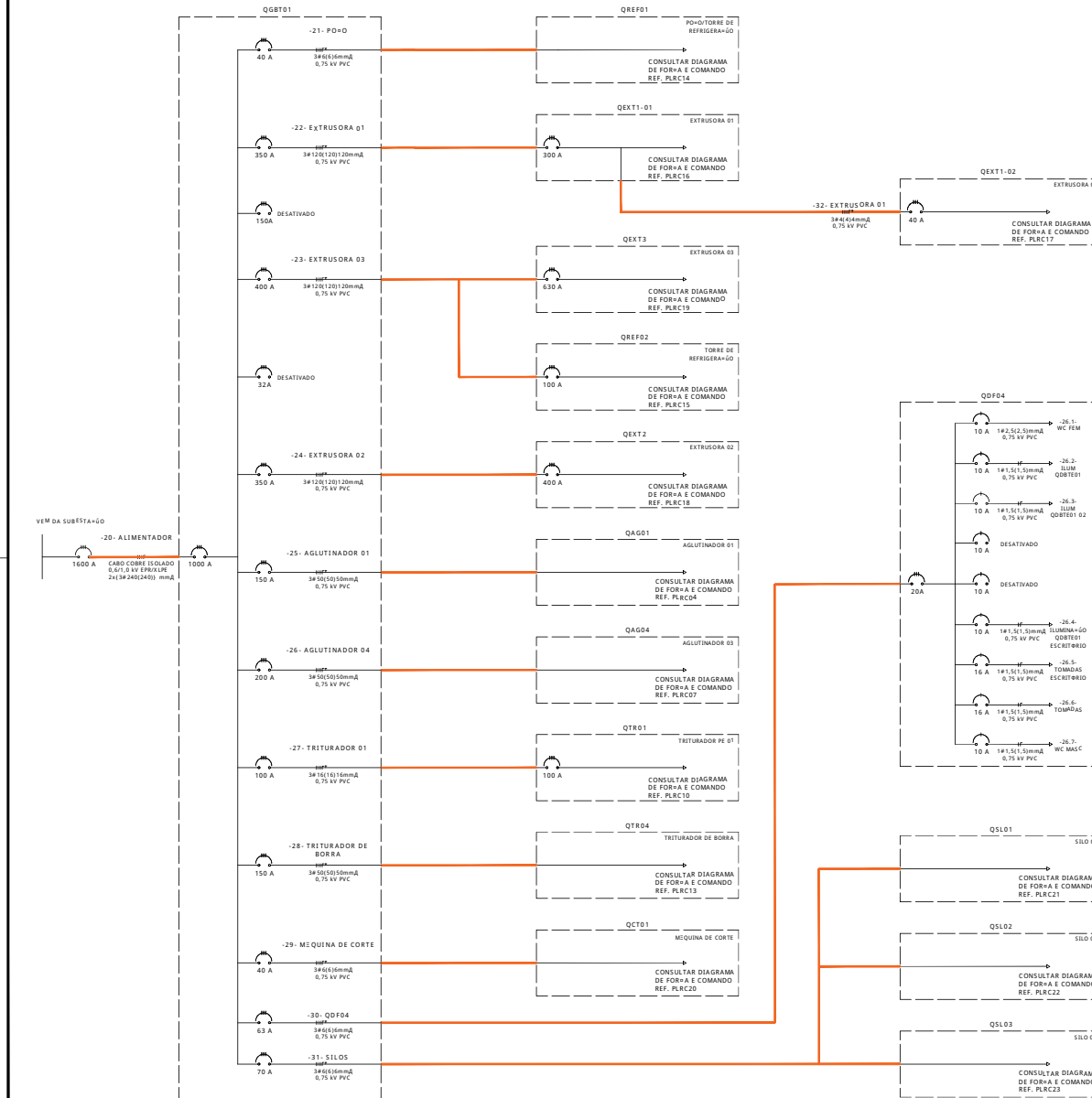


**DIAGRAMA UNIFILAR**

ETAPA	VERSÃO	CONFERIDO POR	DATA
PROJETO EXECUTIVO	R00		
ESCALA DA PLOTAGEM	DESENHOS	PRANCHA	
S/E	DIAGRAMA UNIFILAR, QUADROS ELÉTRICOS	01/02	
RESPONSÁVEIS			

VINÍCIUS ALMEIDA DE OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PE: 161866169-8

YLLBER DA SILVA OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161839879-6



LEGENDA:

QGBT01	Quadro Geral de Baixa Tens <sup>2</sup> o
QEXT1-01	Quadro Extrusora 01-01
QEXT1-02	Quadro Extrusora 01-02
QEXT2	Quadro Extrusora 02
QEXT3	Quadro Extrusora 03
QSL01	Quadro Silo 01
QSL02	Quadro Silo 02
QSL03	Quadro Silo 03
QTR01	Quadro Triturador PE 01
QTR04	Quadro Triturador de Borra
QCT01	Quadro Máquina de Corte
QAG01	Quadro Aglutinador 01
QAG04	Quadro Aglutinador 04
QREF01	Quadro Torre de Refrigera <sup>2</sup> o 01
QREF02	Quadro Torre de Refrigera <sup>2</sup> o 02
QDF04	Quadro de Distribui <sup>2</sup> o de For <sup>2</sup> a e Ilumina <sup>2</sup> o 04

OBSERVAÇÕES:

1. Quadros de for<sup>2</sup>a e comando de máquinas que compõem linhas de produ<sup>2</sup>o em específico s<sup>2</sup>o referenciadas por diagramas unifilares/multifilares em separado;
2. Em caso de necessidade, solicitar ao responsável os diagramas dos quadros das máquinas;
3. A localiza<sup>2</sup>o dos quadros tem indica<sup>2</sup>o em planta baixa atualizada conforme informavers<sup>2</sup>o e o e data de referência;
4. Verificar vers<sup>2</sup>o e datas de atualiza<sup>2</sup>o dos diagramas;
5. Em caso de desatualiza<sup>2</sup>o, consultar ordens de servi<sup>2</sup>o que constam reformas e instalações elétricas. Verificar cronograma para atualiza<sup>2</sup>o do prontuário.

CLIENTE: RECICLAGEM  
 PROJETO: PROJETO DE MAPEAMENTO ELETROMECÂNICO DE EDIFICAÇÕES  
 ENDEREÇO DA OBRA:  
 AUTOR: YAPE ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 37.877.436/0001-73



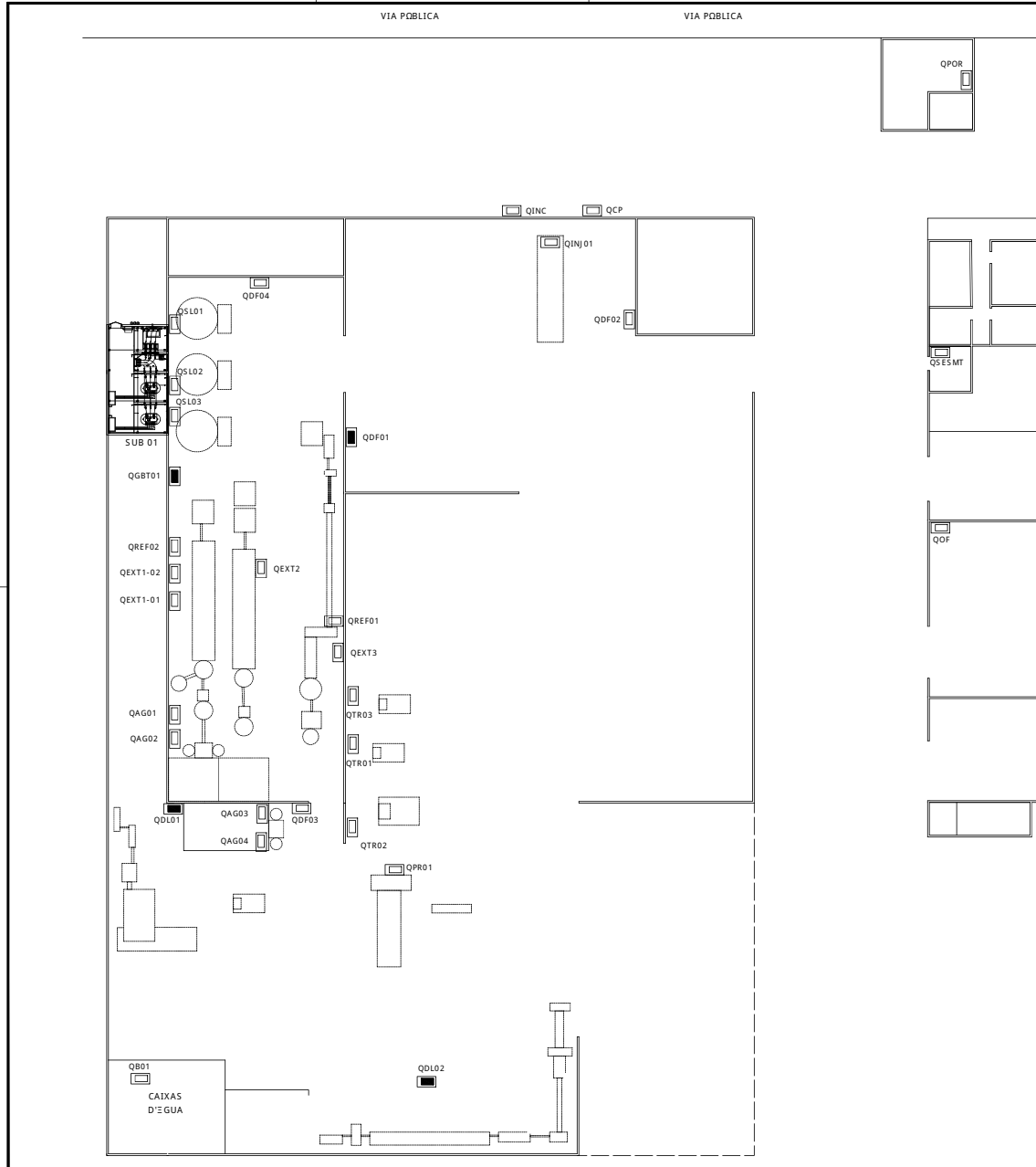
DIAGRAMA UNIFILAR

ETAPA	VERSÃO	CONFERIDO POR	DATA
PROJETO EXECUTIVO	R00		
ESCALA DA PLOTAGEM	DESENHOS	PRANCHA	
S/E	DIAGRAMA UNIFILAR, QUADROS ELÉTRICOS	02/02	

RESPONSÁVEIS

VINÍCIUS ALMEIDA DE OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161866/169-8

YLLBER DA SILVA OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161839879-6



LEGENDA:

QGBT01	Quadro Geral de Baixa Tensão
QEXT1-01	Quadro Extrusora 01-01
QEXT1-02	Quadro Extrusora 01-02
QEXT2	Quadro Extrusora 02
QEXT3	Quadro Extrusora 03
QSL01	Quadro Silo 01
QSL02	Quadro Silo 02
QSL03	Quadro Silo 03
QTR01	Quadro Triturador PE 01
QTR04	Quadro Triturador de Borra
QCT01	Quadro Máquina de Corte
QAG01	Quadro Aglutinador 01
QAG04	Quadro Aglutinador 04
QREF01	Quadro Torre de Refrigeração 01
QREF02	Quadro Torre de Refrigeração 02
QDF04	Quadro de Distribuição de Força e Iluminação 04
QDL01	Quadro Desinfecção e Lavagem 01
QDL02	Quadro Desinfecção e Lavagem 02
QDF01	Quadro de Distribuição de Força e Iluminação 01
QDF02	Quadro de Distribuição de Força e Iluminação 02
QDF03	Quadro de Distribuição de Força e Iluminação 03
QPR01	Quadro Prensa Hidráulica 01
QAG02	Quadro Aglutinador 02
QAG03	Quadro Aglutinador 03
QTR02	Quadro Triturador PE 02
QTR03	Quadro Triturador PP 01
QB01	Quadro Bomba D'água
QBL01	Quadro Extrusora Baixa Rulli 01
QINI01	Quadro Injetora 01
QCP	Quadro Compressores
QINC	Quadro Sistema de Combate a Incêndio
QOF	Quadro Oficina Mecânica
QPOR	Quadro Portaria
QSEMT	Quadro Segurança e Medicina do Trabalho

OBSERVAÇÕES:

1. Em caso de necessidade, solicitar aos responsáveis os diagramas dos quadros das máquinas;
2. Em caso de desatualização, consultar ordens de serviço que constam reformas e instalações elétricas. Verificar cronograma para atualização do prontuário.

CLIENTE: RECICLAGEM  
 PROJETO: PROJETO DE MAPEAMENTO ELETROMECÂNICO DE EDIFICAÇÕES  
 ENDEREÇO DA OBRA:  
 AUTOR: YAPE ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 37.877.436/0001-73

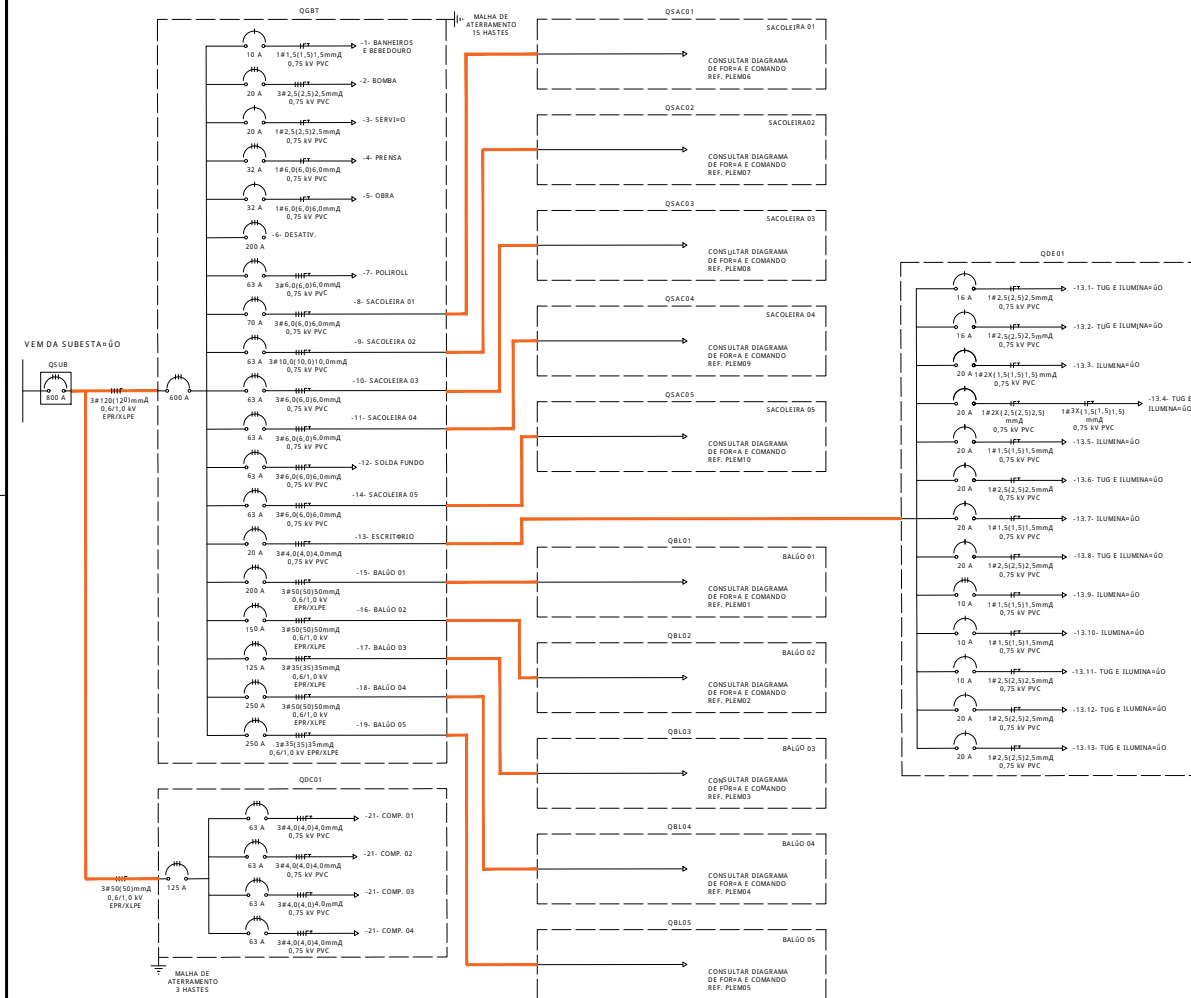


PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS

ETAPA	VERSÃO	CONFERIDO POR	DATA
PROJETO EXECUTIVO	R00		
ESCALA DA PLOTAGEM	DESENHOS	PRANCHA	
S/E	LOCALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS	01/01	
RESPONSÁVELS			

VINÍCIUS ALMEIDA DE OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PR: 161866169-8

YLLBER DA SILVA OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161839879-6



LEGENDA:

QSUB	Quadro Geral da Subesta <sup>2</sup> o
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tens <sup>2</sup> o
QDC01	Quadro de Distribui <sup>2</sup> o dos Compressores
QDE01	Quadro de Distribui <sup>2</sup> o de For <sup>2</sup> a e Ilumina <sup>2</sup> o 01
QSAC01	Quadro Sacoleira 01
QSAC02	Quadro Sacoleira 02
QSAC03	Quadro Sacoleira 03
QSAC04	Quadro Sacoleira 04
QSAC05	Quadro Sacoleira 05
QBL01	Quadro BaF o 01
QBL02	Quadro BaF o 02
QBL03	Quadro BaF o 03
QBL04	Quadro BaF o 04
QBL05	Quadro BaF o 05

OBSERVAÇÕES:

- Quadros de for<sup>2</sup> a e comando de máquinas que compem linhas de produ<sup>2</sup> o em específico s<sup>2</sup> o referenciadas por diagramas unifilares/multifilares em separado;
- Em caso de necessidade, solicitar aos respons<sup>2</sup> vel os diagramas dos quadros das máquinas;
- A localiza<sup>2</sup> o dos quadros tem indica<sup>2</sup> o em planta baixa atualizada conforme informa vers<sup>2</sup> o e data de referencia;
- Verificar vers<sup>2</sup> o e datas de atualiza<sup>2</sup> o dos diagramas;
- Em caso de desatualiza<sup>2</sup> o, consultar ordens de servi<sup>2</sup> o que constam reformas e instala<sup>2</sup> ões elétricas. Verificar cronograma para atualiza<sup>2</sup> o do prontuário.

CLIENTE: EMBALAGEM  
 PROJETO DE MAPEAMENTO ELETROMECÂNICO DE EDIFICAÇÕES  
 ENDEREÇO DA OBRA:  
 AUTOR: YAPE ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 37.877.436/0001-73



DIAGRAMA UNIFILAR

ETAPA	VERSÃO	CONFERIDO POR	DATA
PROJETO EXECUTIVO	R00		
ESCALA DA PLOTAGEM	DESENHOS	PRANCHA	
S/E	DIAGRAMA UNIFILAR, QUADROS ELÉTRICOS	01/01	
RESPONSÁVEIS			

VINÍCIUS ALMEIDA DE OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161866169-8

YLLBER DA SILVA OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161839879-6



LEGENDA:

QSUB	Quadro Geral da Subesta <sup>2</sup> o
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tens <sup>2</sup> o
QDC01	Quadro de Distribu <sup>2</sup> o dos Compressores
QDE01	Quadro de Distribu <sup>2</sup> o de For <sup>2</sup> a e Ilumina <sup>2</sup> o 01
QSAC01	Quadro Sacoleira 01
QSAC02	Quadro Sacoleira 02
QSAC03	Quadro Sacoleira 03
QSAC04	Quadro Sacoleira 04
QSAC05	Quadro Sacoleira 05
QBL01	Quadro BaF o 01
QBL02	Quadro BaF o 02
QBL03	Quadro BaF o 03
QBL04	Quadro BaF o 04
QBL05	Quadro BaF o 05

OBSERVAÇÕES:

1. Quadros de for<sup>2</sup>a e comando de m<sup>2</sup>quinas que compem linhas de produ<sup>2</sup>o em espec<sup>2</sup>fico s<sup>2</sup>o referenciadas por diagramas unifilares/multifilares em separado;
2. Em caso de necessidade, solicitar ao respons<sup>2</sup>vel os diagramas dos quadros das m<sup>2</sup>quinas;
3. A localiza<sup>2</sup>o dos quadros tem indica<sup>2</sup>o em planta baixa atualizada conforme informa vers<sup>2</sup>o e data de refer<sup>2</sup>ncia;
4. Verificar vers<sup>2</sup>o e datas de atualiza<sup>2</sup>o dos diagramas;
5. Em caso de desatualiza<sup>2</sup>o, consultar ordens de servi<sup>2</sup>o que constam reformas e instala<sup>2</sup>ões elétricas. Verificar cronograma para atualiza<sup>2</sup>o do prantuario.

CLIENTE: EMBALAGEM  
 PROJETO: PROJETO DE MAPEAMENTO ELETROMECÂNICO DE EDIFICAÇÕES  
 ENDEREÇO DA OBRA:  
 AUTOR: YAPE ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 37.877.436/0001-73



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS

ETAPA	VERSÃO	CONFERIDO POR	DATA
PROJETO EXECUTIVO	R00		
ESCALA DA PLOTAGEM	DESENHOS	PRANCHA	
S/E	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS	01/01	
RESPONSÁVEIS			

VINÍCIUS ALMEIDA DE OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161866109-8

YLLBER DA SILVA OLIVEIRA  
 ENG. ELETRICISTA  
 CREA-PB: 161839879-6



# APÊNDICE D – ORDEM DE SERVIÇO E ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

h↑ot I ot {↑↑↑↑↑↑↑↑} b xxxxxxxxxxxx

{↑↑↑↑}  w↑ d↑↑↑↑↑↑ I  9 I↑ L↑↑↑↑ I

5↑↑↑↑↑↑ oL 9←(iL I↑ I↑)↓ \_\_\_\_\_

a I↑↑↑↓: \_\_\_\_\_

↑(iL ot {↑↑↑↑}):  / I↑↑↑↑↓  t↑↑↑ I↑↑↓  t↑↑oL  L↑↑↑↑↑↑

I↑↑(oL h↑↑↑↑ I↑↓) xxxxx\_↑xxxx\_↑xxxx xxxxx\_↑xxxx I↑↑(oL / I↑↑↑↑) xxxxx\_↑xxxx\_↑xxxx xxxxx\_↑xxxx

C(I oL h↑↑↑↑ I↑↓) xxxxx\_↑xxxx\_↑xxxx xxxxx\_↑xxxx C(I oL / I↑↑↑↑) xxxxx\_↑xxxx\_↑xxxx xxxxx\_↑xxxx

{↑↑↑↑ iL I↑↑oL} \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

{↑↑↑↑ t↑↑↑↑oL} \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1 (↑↑) 9←t↑↑ I↑↑: \_\_\_\_\_ 5 L↑L: xxx\_↑xxx\_↑xxx

1 (↑↑) w↑↑ iL I↑↑↑↑: \_\_\_\_\_ 5 L↑L: xxx\_↑xxx\_↑xxx

! I↑↑ t↑↑ I↑↑↑↑ ot w↑↑↑ ! t w

{↑↑↑↑}  w↑ d↑↑↑↑↑↑ I  9 I↑ L↑↑↑↑ I

5↑↑↑↑↑↑ oL 9←(iL I↑ I↑)↓ \_\_\_\_\_

5↑↑↑↑↑↑ oL ! ↑↑(oL ot)↓ \_\_\_\_\_

↑(iL ot {↑↑↑↑}):  / I↑↑↑↑↓  t↑↑↑ I↑↑↓  t↑↑oL  L↑↑↑↑↑↑

t I↑↑↑↑↑ w↑↑↑↑↑↑ I↑↑↑↑↑↑ oL t C↑↑(oL)↓

↑↑ L↑↑↑↑↑ I ! ↑↑↑  
 w↑↑↑↑  
 / D↑↑←5 9↑↑↑↑↑  
 9↑ iL I↑↑ I↑↑↑↑  
 ! I↑↑↑ I↑↑↑↑↑

9←w↑ I↑ I↑↑ ot t↑↑↑↑↑ I↑↑↑↑↑ I↑↑↑↑↑

/ L↑↑↑↑↑ ot {↑↑↑↑↑ I↑↑ I↑↑ w↑↑↑↑  
 j d↑↑↑ ot t↑↑↑↑↑  
 [ C↑↑↑ ot {↑↑↑↑↑ I↑↑  
 / L↑↑↑↑↑ ot {↑↑↑↑↑ I↑↑  
 t↑↑↑↑↑! I↑↑↑↑↑

9←w↑ I↑ I↑↑ ot t↑↑↑↑↑ I↑↑↑↑↑

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1 (↑↑) 9←t↑↑ I↑↑: \_\_\_\_\_ 5 L↑L: xxx\_↑xxx\_↑xxx

# APÊNDICE E – CRONOGRAMA SPDA

RECICLAGEM		CRONOGRAMA DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)											YAPE		Observações		
		DATA:					EMPRESA:										
		LOCAL: JOÃO PESSOA - PB															
ITEM	Atividade	2021											Atingido				
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Sim	Nº			
1	Levantamento de dados técnicos para análise e projeto														x		Fazer levantamento das características da estrutura e meio ambiente, inspeção visual e medições necessárias
2	Elaboração do Relatório de Gerenciamento de Riscos														x		Relatório apresentando a probabilidade risco de dano causado à estrutura e pessoas próximas
3	Projeto Elétrico														x		Projeto elétrico mostrando dimensões e materiais necessários
4	Instalação/Adequações														x		Execução da instalação e/ou adequações do SPDA
5	Laudos de Inspeção														x		Inspeção para verificar conformidade com a norma NBR 5419-2
6	Conclusão														x		Entrega, apresentação e conclusão do projeto