



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RAPHAEL SANTANA GALDINO

Relatório de Estágio Integrado
COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE PRODUTOS
ALIMENTÍCIOS DO NORDESTE LTDA

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2019

RAPHAEL SANTANA GALDINO

Relatório de Estágio Integrado

COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE

PRODUTOS ALIMENTÍCIOS DO

NORDESTE LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenadoria de Graduação em 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: Controle e Automação e Eletrotécnica

Orientador: Prof. Rafael Bezerra Correia Lima, D.Sc

.

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2019

RAPHAEL SANTANA GALDINO

Relatório de Estágio Integrado

COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE

PRODUTOS ALIMENTÍCIOS DO

NORDESTE LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenadoria de Graduação em 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: Controle e Automação e Eletrotécnica

Aprovado em ____/____/____

Prof. George Acioli Junior, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Prof. Rafael Bezerra Correia Lima, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2019

Dedico este trabalho a Deus. Sem Ele nada seria possível.

RESUMO

Nesse relatório são descritas as atividades predominantes realizadas pelo estagiário Raphael Santana Galdino, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no período de 05 de agosto de 2019 a 29 de novembro de 2019 na empresa CIPAN – Comércio e Indústria de Produtos Alimentícios do Nordeste LTDA, com o nome fantasia Vitamassa. O estágio foi realizado no setor da manutenção da indústria, sob a supervisão do supervisor da elétrica Reinald Vasconcelos e o gerente da manutenção Jobson Barauna. As principais atividades desenvolvidas foram: estudo de viabilidade de geração solar fotovoltaica; criação de um banco de dados em VBA; estudo de viabilidade visando adentrar no Ambiente de Comercialização Livre (ACL); realização de termografia nos painéis elétricos; criação de um *checklist* para cada painel elétrico.

Palavras-chave: CIPAN, Vitamassa, *checklist*, VBA, Termografia.

ABSTRACT

This report describes the predominant activities performed by the trainee Raphael Santana Galdino, graduating in electrical engineering from the Federal University of Campina Grande (UFCG), from August 5, 2019 to November 29, 2019 at CIPAN - Comercio e Indústria de Food Products Northeast LTDA, with the fancy name Vitamassa. The internship was held in the industrial maintenance sector, under the supervision of electric supervisor Reinald Vasconcelos and maintenance manager Jobson Barauna. The main activities developed were: feasibility study of photovoltaic solar generation; creation of a database in VBA; feasibility study aiming to enter the Free Market Environment (ACL); thermography on electrical panels; creation of a checklist for each electrical panel.

Keywords: CIPAN, Vitamassa, checklist, VBA, Thermography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – CIPAN (Vitamassa)	13
Figura 2 - CIPAN (Vitamassa) filial.....	13
Figura 3 – Estados onde os produtos da vitamassa são comercializados	14
Figura 4 - CRESESB.....	16
Figura 5 - Latitude e Longitude da Empresa Vitamassa.....	16
Figura 6 - Datasheet da placa fotovoltaica da canadiansolar	17
Figura 7 - Taxa de ocupação da elétrica	20
Figura 8 - MTTR da Elétrica mês de outubro	21
Figura 9 - Tipos de manutenção realizada na elétrica geral.....	21
Figura 10 - RA física.....	22
Figura 11 - RA com Macro	23
Figura 12 - RA utilizando VBA.....	23
Figura 13 - Tela de erro.....	24
Figura 14 - Campos não preenchidos	24
Figura 15 - LPP da RA digital	25
Figura 16 – Requisição de atendimento usando html, php, javascript e mysql	26
Figura 17 - Câmera termografica flir c2.....	27
Figura 18 - parâmetros da Flir c2	28
Figura 19 - Datasheet do Disjuntor motor moeller.....	28
Figura 20 - Temperatura elevada no painel elétrico	29
Figura 21 - COmponentes de um painel elétrico	30
Figura 22 - <i>Checklist</i> de um motor elétrico.....	31
Figura 23 - Medidor de vazão sd0523.....	32
Figura 24 – Sistema supervisorío usando o protocolo de comunicação IO-link	32
Figura 25 - Mestre io-link.....	33
Figura 26 - Interface do Lr device.....	33
Figura 27 - Medição de vazamento de ar comprimido na linha de biscoito	33
Figura 28 - Entrada <i>Ethernet</i>	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - irradiação solar de acordo com o cresesb.....	16
Tabela 2 – Potência e descarga livre dos compressores	34
Tabela 3 – Dados mensais utilizados no estudo	35
Tabela 4 – Valor da tusd para clientes da celpe-pe	36
Tabela 5 - Valor da tusd com as diferentes tarifas	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIPAN	Comércio e Indústria de Produtos Alimentícios do Nordeste
ACL	Ambiente de Comércio Livre
STC	<i>Standard Test Condition</i>
RA	Requisição de Atendimento
VBA	<i>Visual Basic Application</i>
CRESEB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
LPP	Lição Ponto à Ponto
IHM	Interface Homem Máquina
CLP	Controlador Lógico Programável
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	O Estágio.....	11
1.2	Objetivos do Estágio.....	12
1.3	Estrutura do Relatório.....	12
2	A EMPRESA.....	13
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	15
3.1	Estudo de Viabilidade de Geração Solar fotovoltaica.....	15
3.1.1	Coleta de Dados.....	15
3.1.2	Cálculo.....	17
3.2	Requisição de Atendimento Digital.....	19
3.3	Termografia.....	26
3.4	CheckList.....	29
3.5	Sensoriamento remoto da vazão de ar comprimido.....	31
3.6	Estudo para mudança do mercado cativo de energia para o mercado livre de energia.....	34
3.7	Sistema Supervisório Compressor.....	37
3.8	Visitas e Acompanhamentos.....	38
4	CONCLUSÃO.....	38
5	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Nesse relatório são descritas as atividades predominantes realizadas pelo estagiário Raphael Santana Galdino, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no período de 05 de agosto de 2019 a 29 de novembro de 2019 na empresa CIPAN – Comércio e Indústria de Produtos Alimentícios do Nordeste LTDA, com carga horária semanal de 40 horas, totalizando um total de 680 horas.

O estágio foi realizado de modo a cumprir todas as exigências da disciplina integrante da grade curricular, Estágio Integrado, do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG e de acordo com o estabelecido na Lei de Estágio (11.788/2008). A disciplina é obrigatória para a conclusão do curso, além de ser essencial para a consolidação e prática dos conhecimentos vistos durante a graduação e para preparar o futuro engenheiro para o exercício da sua profissão.

1.1 O ESTÁGIO

O estágio é de extrema importância para o aluno, pois, proporciona um contato mais direto com sua profissão, de modo a obter experiências profissionais que o torne competente e confiante no mercado de trabalho. As atividades práticas realizadas no estágio devem ter conexão estabelecida com o conteúdo teórico visto em sala, de forma a consolidar tais conhecimentos. Além de que, o trabalho prático proporciona conhecimentos e experiências que só é possível obter por meio do contato diário com a rotina de um profissional de sua área.

Durante o estágio no setor da manutenção da empresa, as principais tarefas designadas ao estagiário foram:

- Estudo de viabilidade de geração solar fotovoltaica;
- Projeto utilizando protocolo de comunicação IO-Link;
- Realização de termográfica dos painéis elétricos;

- Criação de *checklists* da parte de elétrica;
- Estudo de viabilidade para mudança do mercado cativo para o mercado livre de energia;
- Criação de um banco de dados em VBA (*Visual Basic Application*).

1.2 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

Como objetivos específicos do estágio realizado, pode-se identificar os seguintes:

- Elaboração de relatórios/planilhas sobre os estudos de viabilidade;
- Criação e acompanhamento de RA (Requisição de atendimento) digital;
- Capturar e avaliar as fotografias feitas pela câmera termográfica;
- Criação e acompanhamento do checklist de elétrica;
- Acompanhamento de técnicos;

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Esse relatório encontra-se dividido em 4 capítulos. No Capítulo 1, foram apresentadas informações gerais sobre o estágio e seus objetivos. No Capítulo 2, a empresa concedente do estágio é apresentada. No Capítulo 3, são descritas as principais atividades realizadas durante o estágio. Por fim, o Capítulo 4 encerra o trabalho com as conclusões e considerações finais acerca do estágio realizado. O capítulo 5 trata-se das referências utilizadas no trabalho.

2 A EMPRESA

A empresa Comércio e Indústria de Produtos Alimentícios Nordeste (CIPAN), com nome fantasia Vitamassa, cujo logo é mostrado na Figura 1A, conta com mais de 35 anos no mercado, tendo suas atividades iniciadas em 1987. Sua matriz, mostrado na Figura 1B, é localizado na Av. João Soares Machado, 13000 – Dist. Industrial – Modulo II – CP n450, CEP 55040-145 em Caruaru – PE.

FIGURA 1 – CIPAN (VITAMASSA)



(A)



(B)

Possuindo ainda, uma filial em queimadas, localizado em BR 104, KM 134, nº 1300 CEP 58457-000 em Queimadas – PB, na Figura 2 é mostrado a filial.

FIGURA 2 - CIPAN (VITAMASSA) FILIAL



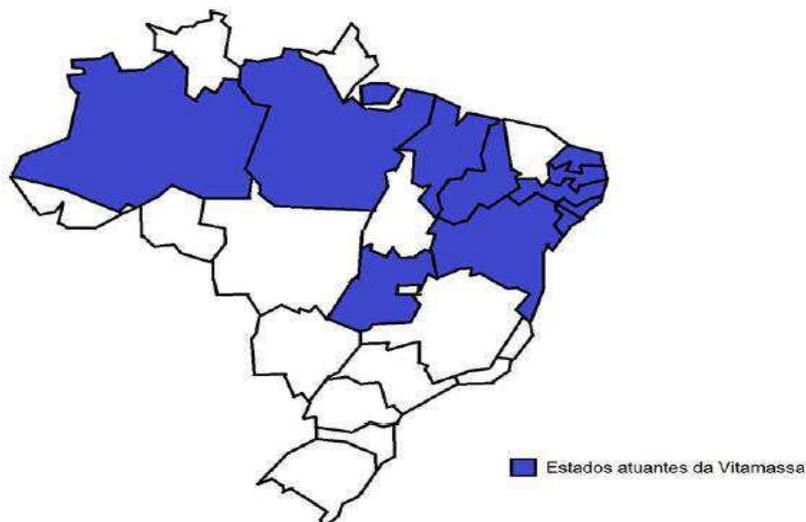
A CIPAN (Vitamassa) comercializa produtos alimentícios como: biscoitos recheados, biscoito laminados, café, salgadinho, massa para bolo e diversos tipos de macarrão. É comercializado com quase todos os estados do nordeste, mostrando sua grandeza.

A missão da empresa é encantar consumidores com seus produtos, valorizando colaboradores, clientes e acionistas. A visão é ser um dos maiores fabricantes de alimentos desse segmento no Brasil.

Os seus valores são: respeito e desenvolvimento das pessoas; comprometimento ético com o que faz; foco no consumidor e na qualidade do produto; reconhecimento das conquistas; responsabilidade social e com o meio ambiente.

A Vitamassa comercializa os seus produtos nas regiões nordeste, norte e centro-oeste do país. A empresa vem passando por ampliações a fim de expandir ainda mais o seu mercado. A Figura 3 demonstra sua área de atuação atual.

FIGURA 3 – ESTADOS ONDE OS PRODUTOS DA VITAMASSA SÃO COMERCIALIZADOS



A empresa possui mais de 800 funcionários, dispendo na manutenção, mais de 40 mantenedores, entre eles: eletricitas e mecânicos. Possui um gerente da manutenção, e diversos supervisores. Possuía no início um gerente industrial, mas foi demitido.

O gerente industrial possuía a função de administrar toda a empresa, em todos os âmbitos. O gerente da manutenção, administrar todos os supervisores da manutenção. Os supervisores, administrar todos os mantenedores da sua área.

A função do estagiário era da mais variada possível, depende sempre da demanda da fábrica, como acompanhamentos, visitas, realização de projetos, estudos e entre outros.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Nesse capítulo serão apresentadas as principais tarefas desenvolvidas pelo estagiário na empresa CIPAN – Comércio e Indústria de Produtos Alimentícios do Nordeste LTDA. Todas as atividades foram acompanhadas pelo supervisor de elétrica da empresa, de forma a garantir todas as condições de segurança necessária.

3.1 ESTUDO DE VIABILIDADE DE GERAÇÃO SOLAR

FOTOVOLTAICA

A primeira tarefa solicitada no estágio, foi realizar um estudo de viabilidade de geração fotovoltaica, visando utilizar esta energia para carregar grandes baterias com o objetivo de comutar da rede da CELPE-PE para as baterias no horário de ponta no lugar dos geradores.

3.1.1 COLETA DE DADOS

Com o objetivo de realizar um estudo de geração fotovoltaica, primeiro dado buscado é o valor de irradiação solar na região. O CRESEB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito) é um programa que possui o apoio do governo federal, em conjunto com a Eletrobras (Celpe) e o ministério de Minas e Energia, como pode ser observado na Figura 4. Utilizando do projeto “Sun Data v 3.0” criado por meio do banco de dados atualizado do Atlas Brasileiro de Energia Solar produzido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O Atlas Brasileiro de Energia Solar

disponibiliza uma base de dados de radiação solar originada a partir de imagens de satélite.

FIGURA 4 - CRESESB



Buscando os valores de latitude e longitude no *Google Maps*, foi possível encontrar o valor de irradiação solar no local desejado, na Figura 5 é apresentado o valor de latitude e longitude.

FIGURA 5 - LATITUDE E LONGITUDE DA EMPRESA VITAMASSA



Então, no CRESESB, busca-se o valor de irradiação solar, os dados encontrados são mostrados na Tabela 1.

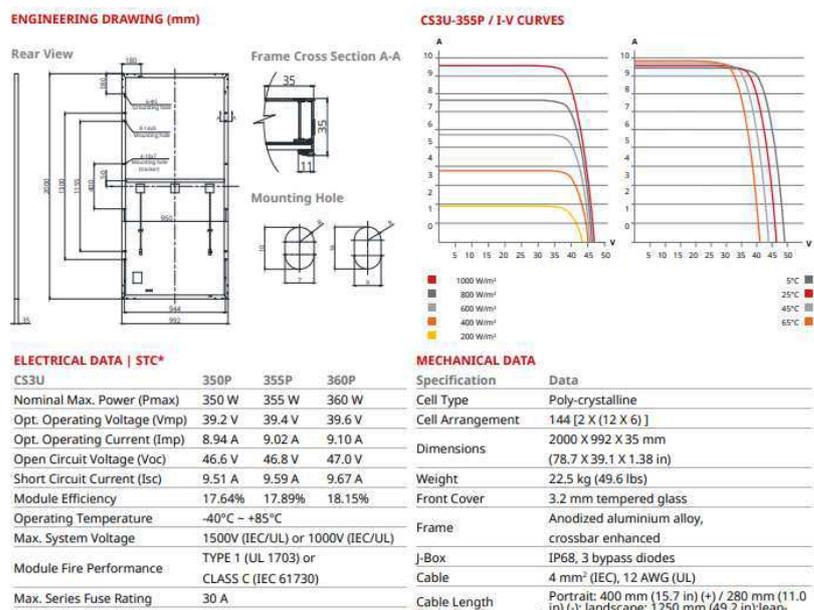
TABELA 1 - IRRADIAÇÃO SOLAR DE ACORDO COM O CRESESB

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Média
Irradiação Solar média(kWh/m2.dia):	5,86	5,74	5,76	5,21	4,42	4,01	4,05	4,82	5,55	5,83	6,14	5,96	5,279166667
Com inclinação de 8°N	5,59	5,59	5,76	5,38	4,66	4,28	4,3	5,02	5,62	5,72	5,88	5,64	5,286666667
Com inclinação de 5°N	5,7	5,66	5,77	5,32	4,58	4,18	4,22	4,95	5,6	5,77	5,99	5,77	5,2925

FONTE: CRESESB

Após isso, foi buscado os *datasheets* das placas fotovoltaica, no projeto realizado foi utilizado cinco placas distintas, onde por recomendação de um engenheiro eletricitista da área, foi escolhido a placa da empresa CanadianSolar de 350W. Na Figura 6 é apresentado os dados da placa.

FIGURA 6 - DATASHEET DA PLACA FOTOVOLTAICA DA CANADIANSOLAR



O valor de demanda na ponta solicitado para calcular a quantidade de placas fotovoltaica foi de 1300 kW, sendo essa a demanda contratada da empresa com a CELPE.

3.1.2 CÁLCULO

Com os valores de irradiação solar, dados do módulo da placa e a potência na hora da ponta é possível avaliar o preço para suprir toda demanda de ponta.

Para realizar os cálculos abaixo, considera-se duas eficiências: A eficiência da transformação de energia solar em energia elétrica e a eficiência da placa em transmitir essa energia gerada. Normalmente essa segunda eficiência gira em torno de 80%, a eficiência da transformação de energia é dada no datasheet da placa.

Considerando o mês que possui a menor irradiação solar, com uma inclinação de 8°, pois instalar a placa fotovoltaica plana extingue sua propriedade autolimpante, tem-se:

$$4,28 \frac{kWh}{m^2} dia \times (2,0 m \times 0,992 m) \times Eficiência_{Solar \rightarrow Elétrica} = 1,4979 kWh$$

Mas, deve-se lembrar que estamos utilizando as condições de teste padrão STC (*Standard Test Condition*), neste teste, é utilizado 1000 W/m² como valor de irradiação solar, isso quer dizer que em uma hora, considerando esse valor de irradiação, a placa irá gerar no máximo 350 Wh. Diante disso, deve-se avaliar se a placa suportará gerar toda essa energia diariamente.

$$\frac{4,28 kWh/m^2}{1 kW/m^2} = 4,28 horas$$

Com isso, é possível calcular a potência máxima que a placa irá gerar:

$$Pot_{Máx} = 4,28 h \times 350 W = 1,498 kWh/dia$$

Por coincidência, o valor da placa ficou igual ao valor gerado, mas se utilizar um valor maior na irradiação, a placa não conseguirá converter toda essa energia. Informando que a placa estará no seu potencial de geração máximo.

Considerando que a eficiência para transmitir essa energia gerada é de 80%, tem-se:

$$1,498 \frac{kWh}{dia} * 0,8 = 1,1984 kWh/dia$$

Logo, pode-se calcular o valor mensal de cada placa. Chegando em 35,95 kWh.

Necessita-se calcular o valor da demanda mensal necessária para suprir o horário de ponta, considerando uma potência de 1300 kW e um horário de ponta com duração de 3 horas, tem-se:

$$Energia na Ponta por Dia = 1300 kW * 3 h = 3900 kWh \times dia$$

Sendo que, os geradores são utilizados cerca de 22 dias no mês, porque no fim de semana não é cobrado horário de ponta, com isso, é possível calcular a quantidade de energia mensal necessária.

$$Energia na Ponta Mensal = 3900 kWh * 22 dias = 85.800 kWh$$

Para finalizar, é calculado o número de placas necessárias para gerar toda essa energia.

$$Número de Placas = \frac{85.800}{35,95} = 2.386 Placas$$

Considerando um preço médio de R\$ 700 por placa.

$$\text{Valor Investido} = 2.386 \times R\$ 700 = R\$ 1.670.220$$

Considerando que o kWh do gerador vale R\$ 1,00, desconsiderando a depreciação do gerador.

$$\text{Payback das Placas} = \frac{1.670.000}{85.800} = 19,46 \text{ Meses}$$

Logo, em menos de dois anos as placas seriam pagas. Lembrando que, essas placas possuem uma vida útil de 25 anos, mostrando que o investimento em geração solar fotovoltaica aqui no Nordeste é viável.

3.2 REQUISIÇÃO DE ATENDIMENTO DIGITAL

Com mais de 50 manutentores, é complicado avaliar quantitativamente quem está trabalhando, e qual serviço está sendo executado. Para resolver esse problema, a empresa possuía diversos blocos de papel de RA (Requisição de Atendimento), em que, todo serviço solicitado ou executado deveria ser preenchido nessa RA. Logo, com mais de 50 manutentores escrevendo todo serviço executado, o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) necessita tratar esses dados. Para isso, é transferido os dados do papel para uma planilha no excel, com o objetivo de realizar o tratamento.

A função da RA é mostrar dados do solicitante e do executante, com esses valores, é possível realizar uma série de estudos, como: taxa de ocupação, que avalia semanalmente o trabalho de cada mantenedor, ou seja, é realizado a divisão de quanto ele trabalhou por quanto ele deveria trabalhar, é ideal que fique acima de 80%, na figura 7 é mostrado a taxa de ocupação dos eletricitas; MTTR (*Mean Time To Repair*) é o tempo médio de reparo de algum equipamento, utiliza-se o valor médio de reparo de cada setor da manutenção, na figura 8 é mostrado esse indicador; os tipos de manutenções realizadas em cada área, é utilizado para analisar qual o tipo de problema mais frequente naquela área, o ideal seria a manutenção preventiva e checklists possuírem os valores mais elevados. Na Figura 9 é mostrado esse indicador.

FIGURA 7 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA ELÉTRICA

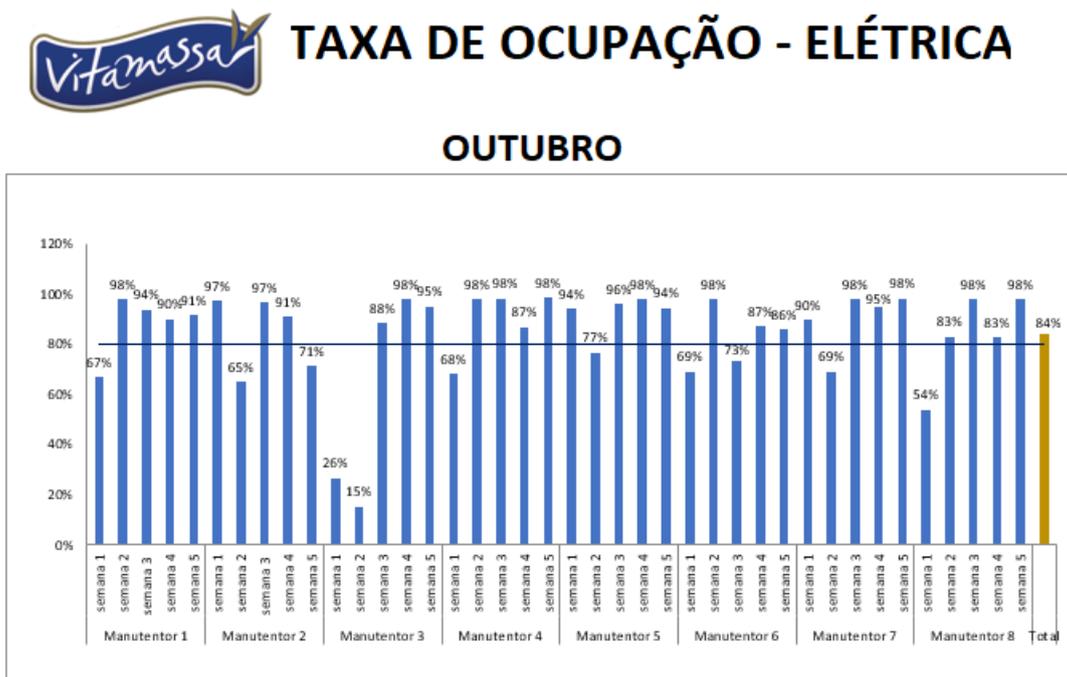


FIGURA 8 - MTTR DA ELÉTRICA MÊS DE OUTUBRO

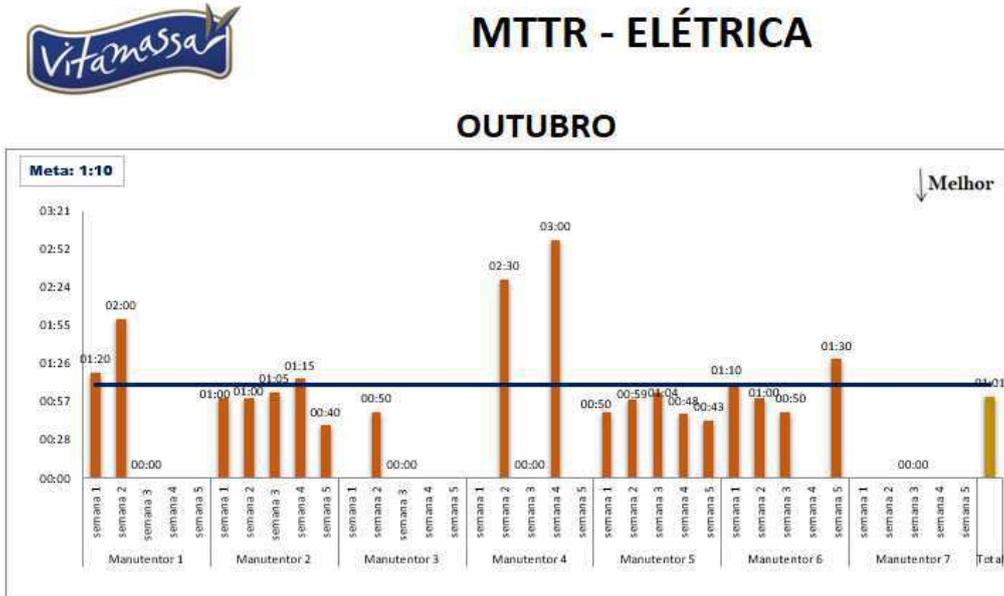
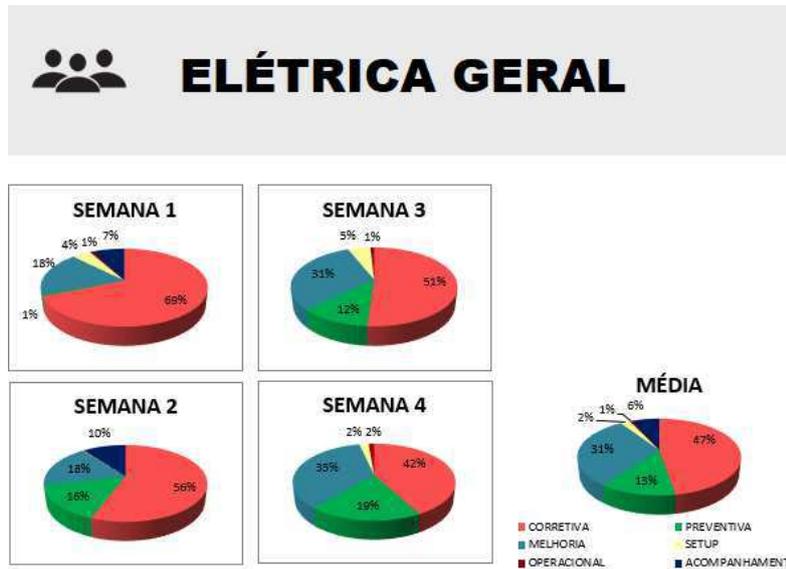


FIGURA 9 - TIPOS DE MANUTENÇÃO REALIZADA NA ELÉTRICA GERAL



Sendo que, em média, cada manutentor preenche 4 RAs por dia, gerando cerca de 200 diariamente. Cada RA, possui cerca de 12 campos que precisam ser preenchidos. Então, por dia, necessitava copiar da RA física para o excel mais de 2000 campos. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é mostrado a RA física.

FIGURA 10 - RA FÍSICA

REQUISIÇÃO DE ATENDIMENTO (RA) Nº 063717

Solicitante: TAG _____ Linha: _____ Data: / /
Máquina: _____ Hora: : :
Setor: _____

Corretiva Preventiva Melhorias Setup
Café Bolo Geral
Biscoito Wafer Massas
Salgadinho Preadial Utilidades

Houve parada na produção?
 SIM NÃO
Hora de Parada: : :
Hora do reinício: : :

Descrição da solicitação:
.....
.....

Descrição do serviço executado:
.....
.....

MANUTENÇÃO
 Elétrica Mec. Geral Mec. Massas Mec. Embalagem Insumos Operacional Outros

LISTA DOS EXECUTANTES

Data	Hora de Início	Hora do Fim	Nome	Matrícula

Produção
Limpeza: Sim Não
Ausência de impurezas visíveis (graxa, sujidades diversas)? Sim Não
Ausência de corpo estranho (fragmento metálico, peças soltas)? Sim Não
Materiais e utensílios utilizados foram recolhidos após o serviço? Sim Não
O piso e os arredores foram limpos após a manutenção? Sim Não

Supervisor solicitante: _____ Executante: _____ PCM: _____

BO-09-MAN-02/01-REV.1

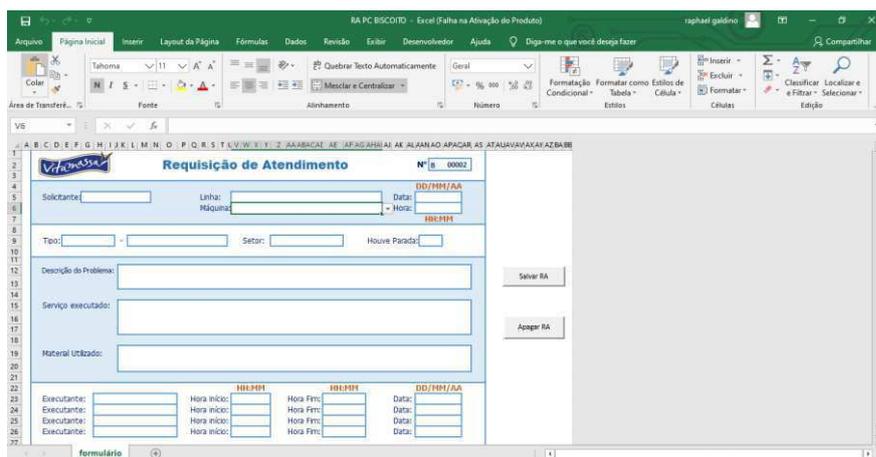
Sendo que, todos os campos presentes na RA são de extrema importância para manutenção e produção, pois além de mostrar que o serviço foi executado, ela informa diversos dados sobre as máquinas e linhas que servem de base para estudos de melhoria.

Infelizmente, por conta da quantidade de RAs diárias, e pela falta de mão de obra humana, não era transferido os dados de descrição da solicitação e descrição do problema, com isso, não era possível realizar estudos mais completos sobre a máquina, somente sobre os mantenedores. Como os dados era passado para o excel manualmente, era normal acontecer erros, como campos com dados errados, falta de padrão no nome das linhas e das máquinas, entre outros.

Com esses problemas, algumas pessoas tentaram automatizar a RA, criando uma planilha que utilizava de macros.

As macros são sub-rotinas capazes de executar tarefas pré-programadas, normalmente ativadas por um botão. Essas 'tarefas' podem ser qualquer trabalho que possa ser executado no excel, desde operações simples até procedimentos complexos. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**¹¹ é possível visualizar a RA utilizando macro.

FIGURA 11 - RA COM MACRO



Visando deixar o sistema mais fluído e esteticamente superior, foi migrado da macro para o VBA (Visual Basic Application). Com essa mudança, foi possível realizar exceções, esconder determinados blocos e deixar o sistema mais didático no geral. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é mostrado a RA utilizando VBA.

FIGURA 12 - RA UTILIZANDO VBA



As vantagens da mudança foram: RA não dá acesso ao menu do excel, abrindo uma janela ao invés de uma planilha dentro do excel; é possível a escolha da quantidade de executantes; no banco de dados os valores salvos ficaram mais organizados; após o não preenchimento de um campo e tentar salvar, é mostrado uma tela de erro, como na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, e o campo obrigatório que não está preenchido, como na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

FIGURA 13 - TELA DE ERRO

The screenshot shows the 'Requisição de Atendimento' form with a red error dialog box in the center. The dialog box contains a red 'X' icon and the text: 'Campos não preenchidos. Por favor preencha os campos atarranjados.' Below the text is an 'OK' button. The form in the background has several fields, some of which are highlighted in red, indicating they are not filled. The form includes fields for Solicitante, Linha, Máquina, Data, Hora, Tipo, Setor, Área, and various execution details.

Legenda das Tags	
F01:	Fábrica 01
F02:	Fábrica 02
B00:	Setor das masseiras
B01:	Linha 01 de biscoito
B02:	Linha 02 de biscoito
B03:	Linha 03 de biscoito
B04:	Linha 04 de biscoito
B06:	Linha 06 de biscoito
W01:	Embaladoras verticais
W00:	Setor das masseiras
W01:	Linha 01 de Wafer
W02:	Linha 02 de Wafer
W03:	Linha 03 de Wafer
M00:	Setor da farinha
M01:	Linha 01 de massas
M02:	Linha 02 de massas
M03:	Linha 03 de massas
M04:	Linha 04 de massas
C01:	Linha do café
S01:	Linha do salgadinho
L01:	Linha do bolo
Pré	Setor da mistura dos ingredientes da massa
Mix:	Tudo que não pertence a uma linha específica
Gerat:	pertence a uma linha específica

*OBS: Qualquer dúvida ou problema encontrado na RA, procurar o PCM.

FIGURA 14 - CAMPOS NÃO PREENCHIDOS

The screenshot shows the 'Requisição de Atendimento' form with several fields highlighted in orange, indicating they are not filled. The form includes fields for Solicitante, Linha, Máquina, Data, Hora, Tipo, Setor, Área, and various execution details. The error message from Figure 13 is not present in this version of the form.

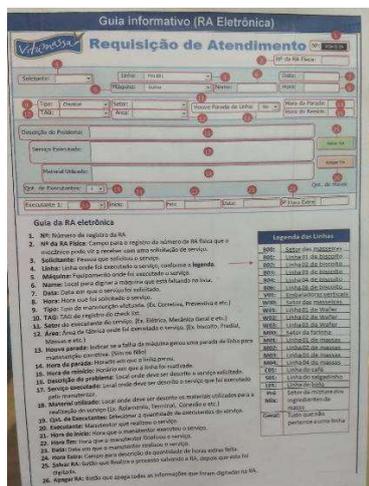
Legenda das Tags	
F01:	Fábrica 01
F02:	Fábrica 02
B00:	Setor das masseiras
B01:	Linha 01 de biscoito
B02:	Linha 02 de biscoito
B03:	Linha 03 de biscoito
B04:	Linha 04 de biscoito
B06:	Linha 06 de biscoito
W01:	Embaladoras verticais
W00:	Setor das masseiras
W01:	Linha 01 de Wafer
W02:	Linha 02 de Wafer
W03:	Linha 03 de Wafer
M00:	Setor da farinha
M01:	Linha 01 de massas
M02:	Linha 02 de massas
M03:	Linha 03 de massas
M04:	Linha 04 de massas
C01:	Linha do café
S01:	Linha do salgadinho
L01:	Linha do bolo
Pré	Setor da mistura dos ingredientes da massa
Mix:	Tudo que não pertence a uma linha específica
Gerat:	pertence a uma linha específica

*OBS: Qualquer dúvida ou problema encontrado na RA, procurar o PCM.

PARA AUXILIAR NA UTILIZAÇÃO DA RA DIGITAL FOI CRIADO UM RELATÓRIO, NO QUAL EXPLICA COMO ALTERAR PARÂMETROS IMPORTANTES NO CÓDIGO VBA PARA UTILIZAÇÃO DO PCM, E UMA LPP (LIÇÃO PONTO À PONTO) QUE VISA AUXILIAR O MANUTENTOR NO MOMENTO DO PREENCHIMENTO DA RA DIGITAL, NA

Figura 155 é mostrado a LPP.

FIGURA 15 - LPP DA RA DIGITAL



Por conta da limitação do excel em trabalhar com planilhas que possuem a função de recolher dados das outras, como o banco de dados geral, foi colocado de lado o projeto. Para realizar essa conexão com o banco de dados geral é utilizado a função de “Dados Externos”. Infelizmente, ao possuir a planilha de banco de dados obtendo dados externos de uma planilha de RA, limita a abertura daquela planilha de RA, pois o excel entende que a planilha da RA está aberta em outro computador, permitindo abrir somente em modo leitura. Logo, não salvando no arquivo certo para realizar a comunicação do banco de dados.

Diante de uma grande perda de dados em uma das semanas do mês de novembro, foi solicitado uma nova RA, agora, com mais liberdade. Então pesquisou-se, e decidiu-se realizar uma nova RA utilizando HTML, PHP, Javascript e MySQL. Na Figura 16 é mostrado a nova RA criada.

Para criar essa nova RA, precisou-se baixar um servidor para executar o código realizado em HTML, Javascript e PHP. O servidor baixado foi o Vertrigo, agregado a é possível criar um banco de dados em MySQL, facilitando o trabalho realizado. Precisou-se ainda, de um editor de texto, foi utilizado o Sublime text, mas poderia ser realizado até mesmo no bloco de notas, o motivo de baixar esse programa é na facilidade de encontrar possíveis erros.

No código, cada campo presente na RA da Figura 16 é um campo 'input', o motivo de utilizar javascript foi para realizar todas as condições do código, pois no HTML não é possível, os campos que necessitaram de condições foram: "Houve parada de Linha" e "Qt. De Executantes". Por fim, foi utilizado o PHP para realizar o salvamento dos dados no banco de dados em MySQL.

FIGURA 16 – REQUISIÇÃO DE ATENDIMENTO USANDO HTML, PHP, JAVASCRIPT E MYSQL

Executante	Início	Fim	Hora Extra
Executante 1	dd/mm/aaaa --:--	dd/mm/aaaa --:--	<input type="checkbox"/>
Executante 2	dd/mm/aaaa --:--	dd/mm/aaaa --:--	<input type="checkbox"/>
Executante 3	dd/mm/aaaa --:--	dd/mm/aaaa --:--	<input type="checkbox"/>
Executante 4	dd/mm/aaaa --:--	dd/mm/aaaa --:--	<input type="checkbox"/>
Executante 5	dd/mm/aaaa --:--	dd/mm/aaaa --:--	<input type="checkbox"/>

Possuindo as mesmas funcionalidades, da RA criada no excel, mas sem problemas no banco de dados e com a possibilidade de realizar os indicadores automaticamente.

3.3 TERMOGRAFIA

A inspeção Termografia também conhecida como inspeção infravermelha, é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva de sensoriamento remoto que possibilita a medição de temperatura e a formação

de imagens térmica de um componente, equipamento ou processo, a partir da radiação infravermelha.

Sistemas elétricos energizados, geram calor por conta da resistência do condutor, e por conta das conexões realizadas. Conforme os componentes vão se deteriorando, sua resistência tende a aumentar e as conexões tendem a ficarem desapertadas, com isso, gerando um aumento de temperatura. A inspeção termográfica pode ser utilizada para detectar as diferenças de temperatura dos componentes elétricos.

Algumas vantagens de realizar a inspeção termográfica são: aumento da eficiência energética, porque irá diminuir perda de energia elétrica nos pontos quentes; predição de problemas; maximização da vida útil do equipamento; minimiza a necessidade de realizar manutenção corretiva; entre outros.

A câmera utilizada para realizar a termografia foi da empresa FLIR modelo C2, como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.7.**

FIGURA 17 - CÂMERA TERMOGRAFICA FLIR C2



Os parâmetros utilizados na camera foram: emissividade, temperatura refletida e distância. A emissividade é a propriedade que informa se o quanto o objeto reflete a luz, é aproximadamente de 0.1 até 0.95, um espelho possui emissividade abaixo de 0.1, já uma tinta à base de óleo possui uma emissividade acima de 0.9. A temperatura refletida é utilizada para compensar a radiação refletida pelo objeto. A distância é entre o objeto e a camera, esse parâmetro compensa dois fatores: a radiação do objeto que é absorvida pela atmosfera, e a radiação da própria atmosfera que é detectado pela câmera. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.8** é mostrado os parâmetros da câmera.

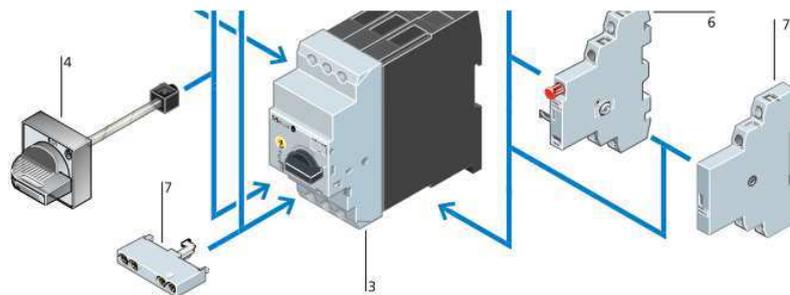
FIGURA 18 - PARÂMETROS DA FLIR C2



Foi utilizado de uma metodologia simples para avaliar se os componentes nas imagens estavam com problemas. Após perceber, que a temperatura ficou mais elevada que 45 °C, busca-se o manual do componente, e a variável “Temperatura de operação”. Se a temperatura estiver acima da de operação, é necessário a intervenção de um electricista para solucionar o problema.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**9 é mostrado o parâmetro utilizado para analisar a temperatura do componente.

FIGURA 19 - DATASHEET DO DISJUNTOR MOTOR MOELLER

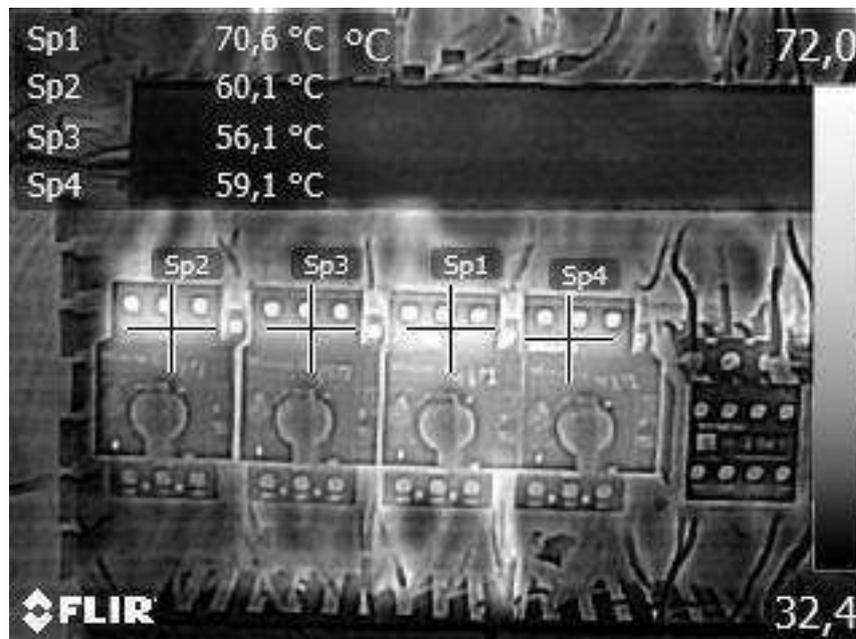


	PKZMO/ PKZMO/ PKM	PKZM01	PKZM4
Normas	IEC/ EM 60947 VDE 0660 UL 508	IEC/ EM 60947 VDE 0660 UL 508	IEC/ EM 60947 VDE 0660 UL 508
Temperatura de armazenamento (°C)	-25/ 70	-25/ 70	-25/ 70
Temperatura de operação (°C)	-25/ 55	-25/ 55	-25/ 55
Grado de proteção	IP20	IP20	IP20
Tensão máxima de operação/ isolamento	690Vca	690Vca	690Vca
Tensão de impulso	250Vcc	250Vcc	250Vcc
Vida elétrica/ mecânica (manobras)	6.000V	6.000V	6.000V
Correção (mm)	1x(1-6)/ 2x(1-6)	1x(1-6)/ 2x(1-6)	1x(1-50)/ 2x(1-35)
Torque (Nm)	1,7	1,7	3,0
Resistência de impactos (g)	25	25	15

Em média de 2000 fotos de painéis elétricos foram capturadas. Das 17 linhas presentes na fábrica, foi possível realizar a termografia em 10 delas. Foi

encontrado cerca de 10 componentes com a temperatura mais elevada que sua temperatura de operação, com isso, foi possível prevenir alguns possíveis problemas, como, mal contato, motores com capacidade acima da nominal, entre outros. Na Figura 20 é possível visualizar um desses casos. Para realizar essa análise foi utilizado o *software FLIR Tools*.

FIGURA 20 - TEMPERATURA ELEVADA NO PAINEL ELÉTRICO



Todas as fotografias foram realizadas com as máquinas funcionando.

3.4 CHECKLIST

A manutenção preventiva consiste em um conjunto de ações aplicadas com o intuito de diminuir ou evitar a incidência de falhas em um equipamento ou a queda desempenho de suas funções, podendo está ser efetuada em um intervalo de tempo específico ou para uma condição do equipamento ou critério preestabelecido. As atividades contidas em uma manutenção preventiva

consistem de inspeções, reformas e trocas de determinadas partes do equipamento em períodos específicos. (XENOS, 1998).

Checklist significa lista de checagem, ou seja, é uma manutenção preventiva que tem como o objetivo a inspeção da máquina e não a intervenção do manutentor na mesma. Se encontrado algum problema na máquina, deve-se marcar na lista de checagem, então, após o retorno dessa lista ao PCM, será solicitado a execução daquele serviço.

Cada painel elétrico possui um checklist exclusivo, visto que, a maioria deles são distintos um do outro. Então, utilizando da termografia realizada, foi analisado as imagens de cada painel, e colocado cada componente no checklist individualmente. Por meio desse trabalho, foi possível conhecer alguns componentes, como o relé de segurança, os drives de motor DC, diferentes tipos de relés, IHM (Interface Homem Máquina) integrada com CLP (Controlador Lógico Programável). Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível identificar alguns desses equipamentos.

FIGURA 21 - COMPONENTES DE UM PAINÉL ELÉTRICO



Com a importância dos motores elétricos, com as imagens da termografia e com a ajuda dos supervisores, foi possível compreender o funcionamento de cada máquina, e informar onde cada motor elétrico estava localizado na linha de produção. Então, nos Checklist realizados, estavam todos os motores e painéis elétricos da linha de produção.

Os pontos a serem observados em cada motor elétrico está na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Tentou-se abordar todos os possíveis problemas em motores elétricos nesse *checklist*. Os campos em verde,

informa ao electricista o valor esperado daquele item, com isso, a coferência dos itens é mais simples e rápida.

FIGURA 22 - *CHECKLIST* DE UM MOTOR ELÉTRICO

Motor do Aquecedor de Recheio	Sim	Não
Motor com ruído no rolamento dianteiro/traseiro ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Temperatura da carcaça e vibração do motor, OK?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Corrente nominal, OK?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caixa de ligação, OK?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fixação do motor, tampa defletora e ventoinha fixada corretamente?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5 SENSORIAMENTO REMOTO DA VAZÃO DE AR COMPRIMIDO

Visando investir em um sistema supervisorío para a medição de ar comprimido, foi realizado um relatório analisando os custos e vazamentos do ar comprimido e quais os benefícios da implementação desse sistema.

Sabendo da existência de dois medidores de vazão, com descrição SD0523 como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Sendo que, um deles responsável para a vazão da fábrica antiga e o outro para a fábrica nova.

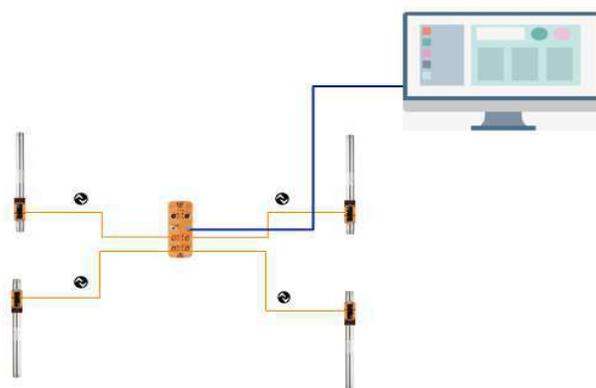
FIGURA 23 - MEDIDOR DE VAZÃO SD0523



Então, percebendo sua subutilização, foi realizado um estudo visando tornar esse investimento válido. Diante disso, foi pensado em um sistema supervisorio, com geração de gráfico e outras utilidades.

Para implementar o sistema supervisorio entrou-se em contato com a empresa fornecedora do sensor e foi criado um projeto, como mostrado na Figura 24.

FIGURA 24 – SISTEMA SUPERVISÓRIO USANDO O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO IO-LINK



Esse sistema é baseado no padrão de rede de comunicação industrial IO-Link. Inicialmente será conectada todos os sensores de vazão em um mestre IO-Link. O mestre IO-Link possui portas suficientes para até 4 sensores, na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é mostrado o mestre IO-Link.

FIGURA 25 - MESTRE IO-LINK



Após a conexão, é utilizado de um cabo M12-Ethernet para conectar os dados obtidos a rede da empresa. Então com o software LR device é realizado o tratamento desses dados, como pode-se observar na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

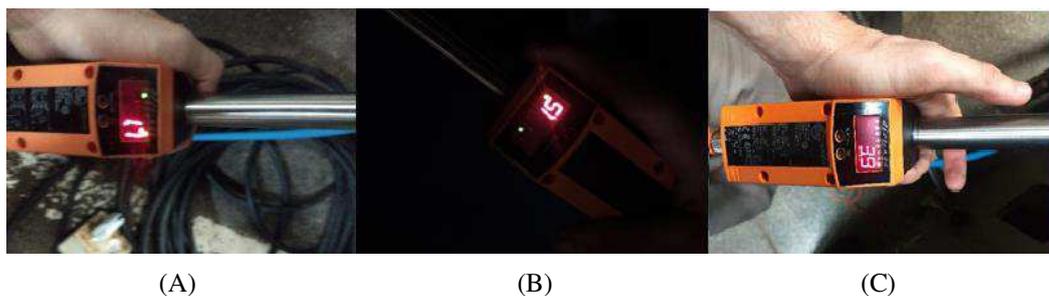
FIGURA 26 - INTERFACE DO LR DEVICE



O dispêndio financeiro necessário para esse projeto está próximo de R\$ 2.400,00.

Então, visando encontrar o *payback* do projeto e à importância da supervisão do ar comprimido, foi utilizado de outro sensor de vazão, para realizar medições pontuais em uma linha de biscoito parada, ou seja, os valores encontrados são vazamentos de ar comprimido, na , tem-se os valores das medições de três máquinas distintas, dois fazem parte da laminação do biscoito, e a outra medição é a empacotadeira *singlepack*, todos os valores de medição estão em m³/h.

FIGURA 27 - MEDIÇÃO DE VAZAMENTO DE AR COMPRIMIDO NA LINHA DE BISCOITO



Somando os valores obtidos, é possível encontrar o vazamento anual de ar comprimido: 62.196 m³/h.

Na Tabela 2 estão os valores de potência e descarga livre de ar comprimido dos compressores utilizados na empresa.

TABELA 2 – POTÊNCIA E DESCARGA LIVRE DOS COMPRESSORES

Compressores	Descarga Livre [m³/h]	Potência [kW]
GA37 VSD AFF 380 V	302,8	37
GA30 AFF 380 V/60 Hz	266,1	30
GA45 AFF VSD 380 V/60 Hz	356,4	45
GA55 +FF125	597,96	55
GA45 AFF 100	513,72	45
GA30 100	279,96	30
TOTAL	2316,94	242

Então, considerando que esses compressores estão 24 horas por dia, e todos os dias do ano ligados, é possível calcular o valor de ar comprimido gerado e quanto de energia é consumido. Obtendo o valor de 0,1044 kWh/m³/h.

Calculando o valor em R\$ para cada m³/h, fazendo um aproximação de R\$ 0,45 o kWh, tem-se: R\$ 0,04689/kWh.

Multiplicando esse valor pelas perdas anuais das três máquinas, encontra-se o valor de: R\$ 2.916,37.

Mostrando que em menos de um ano, seria retornado o valor inicial investido, considerando apenas essas três máquinas.

3.6 ESTUDO PARA MUDANÇA DO MERCADO CATIVO DE ENERGIA PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA

A empresa CIPAN, possui 6 geradores da Cummins com potência de 625 kVA cada. Todos os dias da semana, excluindo feriados, esses geradores são ligados e conectados a rede visando suprir o consumo no horário de ponta.

A estrutura tarifária da empresa é a horo sazonal verde, por isso os geradores são importantes, cada kWh na ponta possui um valor acima de R\$ 2,00, por esse motivo, entre 17:30 até 20:30 os geradores entram no sistema para suprir a carga da empresa.

Com o objetivo de minimizar custos, a empresa começou a receber propostas de empresas terceirizadas para transicionar do, mercado cativo de energia para o mercado livre de energia.

Então, de acordo com que as propostas iam chegando, iam sendo realizados os estudos e concordando ou não com o valor da empresa terceirizada. Na Tabela 3, está os valores mensais buscados para realizar o estudo.

TABELA 3 – DADOS MENSAIS UTILIZADOS NO ESTUDO

Demanda Contratada Ponta	1300 kW
Demanda Contratada Fora da Ponta	1300 kW
Consumo Médio Fora da Ponta	527 MWh
Consumo Médio Ponta	75,9 MWh
% Imposto(ICMS,COFINS,PIS)	30

Inicialmente, foi procurado no sistema todos os gastos com os geradores: óleo diesel, valor de contrato com a empresa terceirizada que realiza manutenção preventiva, valor dos geradores e peças necessárias para a manutenção preventiva.

Como não possui um sistema capaz de armazenar dados nos geradores, não é possível informar quanto foi gerado no último ano, ou até mesmo no último mês. Mas, com o sistema CCK foi possível encontrar os valores de potência uma hora antes, e uma depois. Fazendo a média desses valores encontra-se a potência que os geradores devem suprir, como essa potência pode-se encontrar o valor da energia diária necessária. Considerando que 22 dias no mês tem horário de ponta, é possível calcular o valor mensal de energia gerada pelo gerador, sendo de 75,9 MWh.

Buscando encontrar o R\$/MWh do gerador, foi somado todos os gastos com gerador durante um ano, e feito uma média para descobrir qual o gasto mensal com os geradores, chegando em um valor de R\$ 1085/MWh.

Utilizando da resolução homologatória da aneel para TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) da CELPE-PE, encontra-se que o valor da TUSD de R\$ 1085,18, tornando inviável a mudança para o mercado livre, na figura abaixo é mostrado a tabela da celpe.

TABELA 4 – VALOR DA TUSD PARA CLIENTES DA CELPE-PE

SUBGRUPO	MODALIDADE	POSTO	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/MWh)
A4 (2,3 a 25 kV)	Azul	Ponta	42,43	54,49
		Fora de Ponta	14,84	54,49
	Verde	NA	14,84	0,00
		Ponta	0,00	1.085,18
		Fora de Ponta	0,00	54,49

FONTE: ANEEL

Com a compra de energia incentivada, esse valor da TUSD pode cair de 50% - 100%, tornando viável a transição do Mercado cativo de energia para o Mercado livre de energia.

Analisando ainda o valor da TUSD, foi realizado o cálculo para energia necessária mensal para suprir a empresa, e percebeu-se que o valor gasto era menor se modificar a tarifa de horo sazonal verde para horo sazonal

azul. Considerando os valores da Tabela 4 e da Tabela 5, encontra-se o resultado mostrado na Tabela 6.

TABELA 5 - VALOR DA TUSD COM AS DIFERENTES TARIFAS

	TUSD Verde	TUSD Azul
Mensal	R\$ 186.322,99	R\$ 153.290,03
Anual	R\$ 2.235.875,86	R\$ 1.839.480,36

Até o término do estágio não foi decido a mudança para o Mercado livre.

3.7 SISTEMA SUPERVISÓRIO COMPRESSOR

Sabendo que a empresa possuía 6 compressores da empresa Atlas Copco, foi estudado uma forma de realizar um sistema supervisório, vendo que, a placa possuía entrada *Ethernet*, como pode ser observado na Figura 28.

FIGURA 28 - ENTRADA *ETHERNET*



E na interface é possível configurar os valores *IP*, *Sub-mask* e *Getway*. Então, buscando o manual, foi encontrado a forma de configuração. Executando

a configuração de cada compressor, foi possível colocar na rede da vitamassa. Para abrir o sistema supervisório, basta chamar o IP configurado previamente.

Infelizmente, não foi feita fotografia do sistema supervisório. Mas, todas as variáveis importantes estavam sendo mostradas, como temperatura, pressão, entre outros. Todos os sistemas de proteção e o tempo que a máquina necessitará de manutenção preventiva.

A necessidade da empresa era colocar alarmes nesse sistema supervisório, então, tentou-se implementar em cima do sistema fechado da AtlasCopco, infelizmente não funcionou. Então foi pensado em realizar um novo sistema supervisório utilizando o software SCADA BR, e encontrou-se que o protocolo de comunicação utilizado era o *modbus*. Por motivos financeiros e falta de experiência do aluno não foi possível realizar o sistema e o projeto não foi concluído.

3.8 VISITAS E ACOMPANHAMENTOS

Foi realizado ainda, diversos acompanhamentos para empresas terceirizadas, como: DCDN, Só mangueiras, Ultragaz, entre outros. Nessas visitas foi possível aprender um pouco mais sobre cada item, não só a parte elétrica, mas mecânica, civil, entre outros.

A DCDN é responsável pela inspeção, manutenção preventiva e se precisar manutenção corretiva nos geradores da Cummins, foi acompanhado três serviços deles, onde, era realizado toda a inspeção do gerador, expondo os terminais principais e aplicando limpa contatos, além disso, conferindo o nível de óleo, mangueiras, tanque de combustível, entre outros.

A Só mangueiras é responsável pela manutenção dos compressores, foi realizado manutenção preventiva em quase todos os 6 compressores, nessa manutenção de 8000 horas é trocado praticamente tudo do compressor de parafuso: filtro de ar, filtro de óleo, válvulas, limpeza do radiador, separador, entre outros.

A Ultragaz é responsável pelo fornecimento de GLP, por questão financeira, o GLP foi substituído pelo Gás Natural, mas ainda assim é necessário

realizar manutenção preventiva nesse sistema. A manutenção preventiva, nesse caso, é realizar a troca de mangueiras para evitar vazamento.

Além desses acompanhamentos, foi realizado diversas visitas de empresas que tinham interesse em vender algo para CIPAN.

4 CONCLUSÃO

A realização do estágio promoveu uma experiência de importância imensurável, possibilitando o contato direto com as atividades diárias de um engenheiro eletricista, técnico em elétrica e até gestor. Além disso, o trabalho nas mais diversas áreas criou um olhar diferenciado para os problemas, que contribuiu bastante para a formação do aluno, uma vez que na graduação é tudo bem dividido, incentivando o aluno para uma só área.

O estágio possibilitou uma notável evolução nas habilidades do aluno, que se tornou mais responsável, confiante e independente, de forma a conseguir realizar seus trabalhos com muito mais qualidade, e agilidade do que antes. Esse aperfeiçoamento é indispensável para tornar o profissional mais competitivo no mercado de trabalho.

Foi possível participar de grandes projetos, no qual permitirá recolher e tratar todos os dados do setor da manutenção da empresa. Além disso, diversos projetos de melhorias foram passados para o aluno, permitindo, dessa forma, um aprendizado mais acentuado. Com a experiência adquirida, o estagiário teve a oportunidade de crescer no setor da empresa e tornar-se responsável por todos os dados gerados pelo setor da manutenção.

Apesar da deficiência no ensino relacionado a sistemas de geração solar fotovoltaica, termografia, manutenção preventiva, entre outros. Destaca-se a importância dos conceitos aprendidos e colocados em prática quase que diariamente em disciplinas como Automação Industrial, Informática Industrial, Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos. Nesse quesito, deve-se reconhecer a excelência dos profissionais constituintes do corpo docente da UFCG.

5 REFERÊNCIAS

Centro de referência para as energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito: Disponível em: cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&. Acessado em: 25/11/2019

KuMax.CanadianSolar. Disponível em: <https://www.canadiansolar.com/upload/7c4225088485f86f/bbfd85b94572a66f.pdf> Acessado em: 26/11/2019

Termografia Elétrica. TOKEN Engenharia. Disponível em: <https://tokenengenharia.com.br/servicos/termografia-eletrica/> Acessado em: 23/11/2019

Manual de Uso da FLIR C2. Disponível em: <https://www.flir.com/globalassets/imported-assets/document/flir-c2-user-manual.pdf>. Acessado em: 28/11/2019

XENOS, Harilaus G.P.Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte: EDG, 1998.

Resolução Homologatória da CELPE. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20192535ti.pdf> Acessado em: 31/11/2019