

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS CAMPUS ITUMBIARA
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**



Élyda Cristina Bispo Nascimento

**“PMI - Planejamento de Manutenção Industrial”: Desenvolvimento e
Análise de Aplicação Mobile Para Auxílio e Registro de Manutenção
Industrial**

**ITUMBIARA/GO
2022**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Élyda Cristina Bispo Nascimento

Matrícula: 20161040100240

Título do Trabalho: "PMI - Planejamento de Manutenção Industrial": Desenvolvimento e Análise de Aplicação Mobile Para Auxílio e Registro de Manutenção Industrial

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 14/12/2022
Local Data

Élyda Cristina B. Nascimento

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Élyda Cristina Bispo Nascimento

**“PMI - Planejamento de Manutenção Industrial”: Desenvolvimento e
Análise de Aplicação Mobile Para Auxílio e Registro de Manutenção
Industrial**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a banca avaliadora, parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara.

Orientador: Prof. Dr. Victor Regis Bernadeli.

Coorientador: Prof. Dr. Thales Lima Oliveira.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N244p Nascimento, Élyda Cristina Bispo.
PMI - Planejamento de Manutenção Industrial:
desenvolvimento e análise de aplicação mobile para auxílio e
registro de manutenção industrial. / Élyda Cristina Bispo
Nascimento. -- Itumbiara, 2023.
78p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de
Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Victor Regis Bernadelli.
Coorientador: Prof. Dr. Thales Lima Oliveira.

1. Indústria - Planejamento. 2. Tecnologia. 3. Interface
de programas aplicativos. I. Título. II. Bernadelli, Victor
Regis. III. Oliveira, Thales Lima. IV. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 658.404

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

Termo de Aprovação

ÉLYDA CRISTINA BISPO NASCIMENTO

**PMI – PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE APLICAÇÃO MOBILE PARA AUXÍLIO
E REGISTRO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

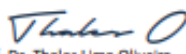
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 06 de dezembro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Victor Régis Bernardeli - Orientador
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Prof. Dr. Wellington do Prado - Membro Interno
Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara


Prof. Dr. Prof. Dr. Thales Lima Oliveira - Membro Externo
Universidade Federal de Uberlândia

Itumbiara – GO

2022

Documento assinado eletronicamente por:

- Wellington do Prado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2022 16:36:08.
- Victor Régis Bernardeli, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2022 14:17:58.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 356729

Código de Autenticação: c6a27a51c8



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Avenida Furnas, nº 55, Bairro Village Imperial, ITUMBIARA / GO, CEP 75524-010
(64) 2103-5612 (ramal: 5612)

autentique

Autenticação eletrônica 3/3
Data e horários em GMT -03:00 Brasília
Última atualização em 15 dez 2022 às 19:52:10
Identificação: #4fde19e7d9b15ecd31566a4efa04ad39daec02f8cbf4b963c

Página de assinaturas

Thales Oliveira
059.084.296-00
Signatário

HISTÓRICO

15 dez 2022		Victor Régis Bernardeli criou este documento. (E-mail: victor.bernardeli@ifg.edu.br)
15 dez 2022 14:24:48		Thales Lima Oliveira (E-mail: thaleslima.ufu@gmail.com, CPF: 059.084.296-00) visualizou este documento por meio do IP 191.55.218.218 localizado em Uberaba - Minas Gerais - Brazil
15 dez 2022 19:51:53		Thales Lima Oliveira (E-mail: thaleslima.ufu@gmail.com, CPF: 059.084.296-00) assinou este documento por meio do IP 191.55.218.218 localizado em Uberaba - Minas Gerais - Brazil

Dedico esta monografia a minha família, principalmente minha mãe, irmãs e in memoriam ao meu pai Manoel do Nascimento, os quais sempre estiveram dando apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

É com muita alegria, gratidão que agradeço por esse momento único, pois durante muitos anos, pensei quando chegaria esse dia, para estar finalizando minha graduação no curso que tinha bastante interesse em fazer. Primeiramente, agradeço a Deus, que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, também durante os momentos mais difíceis, discernimento de qual caminho deveria seguir, renovando sempre as forças e a persistência para continuar atrás dos meus objetivos. Em especial, gostaria de agradecer *in memoriam* ao meu pai Manoel Alves do Nascimento, que durante sua vida sempre me apoiou sobre o desenvolvimento dos meus estudos, mesmo diante dos obstáculos sempre incentivando ir atrás dos meus sonhos, demonstrando muita compreensão e companheirismo. Agradeço pelo apoio incondicional da minha mãe Hélia Bispo e também minhas irmãs Ellen Bispo e Eliete Bispo, que não medem esforços para estarem me ajudando durante todos esses anos, através dos incentivos, motivações durante momentos difíceis, mas sempre buscando demonstrar fortaleza, que eu seria capaz de concluir o curso.

Durante esses anos de graduação, tive a oportunidade de conviver com pessoas com grande diversidade, pessoas maravilhosas, com coração grandioso, que sempre me acolheram bem no estado de Goiás. Foram pessoas que durante esses anos, em algum momento contribuíram para que eu continuasse na cidade de Itumbiara/GO, em busca do meu sonho. Em especial, agradeço aos meus colegas de curso, que foram fundamentais durante muitos momentos, em especial um colega de sala e namorado Flaviano Rodrigues dos Santos, que sempre esteve ao meu lado, estudando juntos, dando apoio e acalmando, quando estava ansiosa. Agradeço também a todos os profissionais que tive a oportunidade de conhecer, no campus IFG Itumbiara/GO, os servidores professores do campus, da biblioteca, em especial Maraína e Pedro, sempre foram uns amores de pessoas durante todos esses anos. Não poderia de deixar de agradecer, a todos os profissionais que tive contato durante o estágio, em uma empresa do setor sucroalcooleiro, período que pude colocar em prática vários conhecimentos adquiridos ao decorrer do curso, mas ampliando com a vivência em campo industrial, a importância do trabalho em equipe, unindo sempre força, para finalizar as atividades.

Por fim, agradeço todo o apoio do meu orientador Prof. Dr. Victor Regis Bernadeli e coorientador Prof. Dr. Thales Lima Oliveira para desenvolver esse projeto, período enriquecedor, através de muito aprendizado.

*“O sucesso nasce do querer, da
determinação e persistência em se
chegar a um objetivo. Mesmo não
atingindo o alvo, quem busca e vence
obstáculos, no mínimo fará coisas
admiráveis.”*

José de Alencar

RESUMO

Nascimento, Élyda Cristina Bispo. **“PMI - Planejamento de Manutenção Industrial”: Desenvolvimento de Uma Aplicação Mobile Para Auxílio e Registro de Manutenção Industrial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Controle Automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Itumbiara, 2022.

Através dos avanços que a tecnologia proporciona fica evidente diversas contribuições da Indústria 4.0, dessa forma reafirmando ainda mais, quando se refere a manutenção industrial como um dos pilares basais mais importantes de uma indústria, com objetivo principal de prolongar a vida útil de uma máquina ou processo que está implantada. Quando procura definições sobre a manutenção logo define-a como um conjunto de procedimentos que visa melhorar através de realizações de procedimentos que proporcione melhorar eficiências dos equipamentos, utilizando vários meios para potencializá-los, também propondo boa gestão e planejamento prévio. Dessa forma, diante desse cenário industrial surge a necessidade desenvolver um bom planejamento abrangendo os possíveis reparos a serem realizados em máquinas, além de fazer a classificação da criteriosidade do equipamento. Essa estratégia também faz análises e planejamentos de possíveis paradas na produção, sempre visando gastar menor tempo possível, reduzir desperdícios de matéria prima, monitoramento em tempo real, entre outras melhorias. Baseando nisso, surge então a proposta deste projeto de conclusão de curso, que apresenta e fundamenta em uma revisão bibliográfica sobre manutenção industrial e suas vertentes, assim desenvolvendo um aplicativo gratuito, *online*, com interface simples e objetiva, ponto diferencial pois a maioria das ferramentas são pagas, esse app é capaz de registrar as manutenções corretivas, preventivas e preditivas de um setor de linha de produção ou de alguns equipamentos da empresa, contribuindo também para o desenvolvendo novas estratégias visando melhorar a gestão. Posteriormente, são apresentados os resultados e análises dos testes realizados pelos usuários ao utilizar o app e responder os questionários desenvolvidos, especificamente para analisar compreender o desempenho do app, coletando informações que poderão ser consultadas posteriormente, assim gerando um histórico dos instrumentos.

Palavras chaves:

Indústria 4.0, Manutenção Industrial, Planejamento, Aplicativo, Check list.

ABSTRACT

Nascimento, Élyda Cristina Bispo. **“PMI - Industrial Maintenance Planning”: Development of a Mobile Application for Industrial Maintenance Assistance and Registration. Course Completion Work** (Bachelor's Degree in Automation Control Engineering) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Itumbiara, 2022.

Through the advances that technology provides, several contributions of Industry 4.0 turn evident, which is reaffirmed when referring to industrial maintenance as one of the most important basic pillars of an industry. When we search for definitions about maintenance, there is, as one of the definitions, a set of procedures that improves the equipment efficiency by using various ways able to enhance them, in addition to proposing good management and prior planning. Thus, in view of this industrial scenario, there is a need to develop a good planning capable of covering the possible repairs to be used on machines, in addition to classifying the equipment's judiciousness. This strategy also analyzes and plans possible production stops, always aiming to reduce execution time, promote raw material savings, ensure real-time monitoring, among other improvements. Based on this, the proposal of this course conclusion project arises, which, through the development of a free and online application, with a simple and objective interface - which is a differential point, since most tools are paid -, presents and substantiates a bibliographic review on industrial maintenance and its aspects. This *app* is capable of recording corrective, preventive and predictive maintenance of a production line sector or of some company equipment, also contributing to the improvement of strategies aimed at better management. Subsequently, the results and analyzes of the tests performed by users are presented when using the *app* and answering the questionnaires developed, specifically to analyze and understand the *app*'s application, collecting information that can be consulted later, generating a history of the instruments.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Maintenance, Planning, Application, Check list.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Tipos de manutenção industrial
- Figura 2** – Estrutura Fabril Indústria 4.0.
- Figura 3** - Tipos de módulos do SAP.
- Figura 4** - Tipos de manutenção industrial.
- Figura 5** – Os 9 pilares que compõem a Indústria 4.0.
- Figura 6** - Processo simplificado de Bioenergia.
- Figura 7** – Acompanhamento de cogeração de energia da unidade
- Figura 8** – Tela Login
- Figura 9** – Iniciar
- Figura 10** – Formulário de tipo de manutenção
- Figura 11** – *Checklist* geral das áreas de atuação
- Figura 12** – *Checklist* elétrica
- Figura 13** – *Checklist* instrumentação
- Figura 14** – *Checklist* mecânica
- Figura 15** – Agenda
- Figura 16** – Histórico
- Figura 17** – Plataforma Kodular
- Figura 18** – Plataforma Kodular
- Figura 19** – Exemplo da estruturação da base de dados do app
- Figura 20** – Fluxograma representando os formulários desenvolvidos
- Figura 21** – Iniciar
- Figura 22** – Tipo de Manutenção
- Figura 23** – *Checklist* áreas
- Figura 24** – Equipamentos da área elétrica
- Figuras 25** – *Checklist* Motor Elétrico
- Figuras 26** – *Checklist* Transformador
- Figura 27** – Equipamentos da área instrumentação
- Figuras 28** – *Checklist* Transmissor de nível
- Figuras 29**– *Checklist* Transmissor de pressão
- Figura 30** – Equipamentos da área mecânica
- Figuras 31** – Bomba
- Figuras 32** – Lubrificação

Figuras 33 – Consulta da base de dados parte usuários

Figuras 34 – Consulta da base de dados parte checklist elétrica

Figuras 35 – Consulta da base de dados parte agenda

Figuras 36 – Total número de pessoas que foram voluntárias do app PMI e área que trabalham

Figuras 37 – Dificuldades em instalar e dificuldade em visualizar as telas do app

Figuras 38 – Dificuldades em inserir dados ou apresentou lentidão, travamento ao usar o app.

Figuras 39– Conseguiu consultar as atividades futuras agendadas e avaliação da usabilidade com cotidiano do trabalhador

Figuras 40 – Sugestões de melhorias

Figuras 41 – Nível de dificuldade das sugestões de melhorias

LISTA DE TABELAS

Tabela I – Sugestão de melhoria dos técnicos voluntários

Tabela II – Subdivisão das sugestões de melhorias por nível de dificuldade

LISTA DE ABREVIATURAS

App	Aplicativo
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
NR10	Norma Regulamentadora 10
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
PCP	Planejamento e Controle de Produção
EIA	Elétrica, instrumentação e automação
IoT	Internet das Coisas
IA	Inteligência Artificial
ERP	Enterprise Resource Planning
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung</i>
TI	Tecnologia
FI	Financial Accounting
CO	Controlling
SD	Sales and Distribution
MM	Material Management
PP	Production Planning and Control
QM	Quality Management
PM	Manutenção
PMI	Planejamento de Manutenção Industrial

Sumário

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
CAPÍTULO II – ESTUDO DA ARTE	18
2.1	22
2.2	23
2.3 MANUTENÇÃO NO BRASIL	20
2.4 ÁREAS DAMANUTENÇÃO INDUSTRIAL	21
2.5 CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	21
2.6 CLASSIFICAÇÃO DE CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS	24
2.7 INTELIGÊNCIA MANUFATURA	25
2.8 PLATAFORMA SAP	26
CAPÍTULO III – INDÚSTRIA 4.0	29
3.1 INDÚSTRIA 4.0 NO MUNDO E NO BRASIL	29
3.2 IMPACTOS DA AUTUAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	32
3.3 CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O SETOR SUCROALCOÓLEIRO	33
CAPÍTULO IV – COMPOSIÇÃO TÉCNICA – APLICATIVO MOBILE	37
4.1 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO PMI – PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	37
4.2 PLATAFORMA USADA NO APLICATIVO - KODULAR	45
4.3 BANCO DE DADOS – MYSQL	47
4.4 DESENVOLVIMENTO DOS FORMULÁRIOS	49
4.5 INSTRUÇÕES DO APLICATIVO	50
4.6 VERSÃO DO APP PMI	51
4.7 TESTE	64
CAPITULO V - RESULTADOS	66
CAPITULO VI - CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICE	77
APÊNDICE A	77
APÊNDICE B	77
APÊNDICE C	78
I.	82
II.	82
III.	84
IV.	86
V.	88

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

A manutenção industrial é considerada como um dos pilares basais mais importantes de uma indústria, com objetivo principal de prolongar a vida útil de uma máquina ou processo que está implantada. A manutenção está em constante desenvolvimento, sempre buscando aprimorar para contribuir de forma mais efetiva em uma indústria.

Em algumas definições, nos anos de 1987, acreditavam que o termo manutenção tinha sua origem no vocábulo militar, logo era assimilado um sentido de permanecer nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação.^[1]

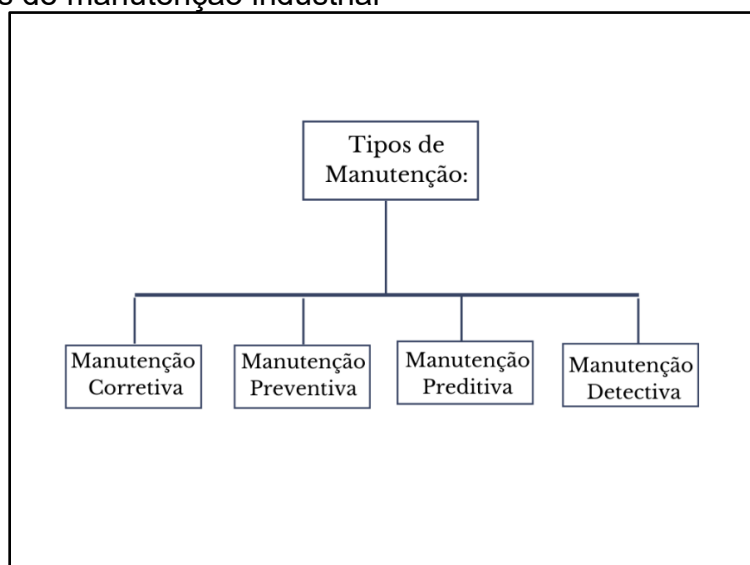
Já em 1975, foi definido o termo manutenção pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, por meio da norma TB-116, como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada. Anos depois, mais especificamente em 1994, a NBR-5462 fez uma atualização da definição do termo como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.^{[2] [3]}

Ao consultar a literatura, existem inúmeras definições de manutenção, mas a maioria com enfoque nos aspectos preventivos, conservativos, corretivos da atividade, buscando evidenciar outros conceitos como redução de custos e de confiabilidade da função manutenção, assim tornando consequência do aumento da importância e responsabilidades do setor dentro das organizações.

Muitas vezes os processos de manutenção são desenvolvidos por uma equipe interna, contemplando atividades mais simples, que não precisam de tantos equipamentos especializados e qualificações criteriosas. Porém, existem empresas terceirizadas no mercado industrial que são especializadas em fazer todo o procedimento de manutenção mais consideradas como relevantes, são elas: corretiva, preditiva e preventiva. Assim, é possível afirmar que a manutenção é definida como um conjunto de procedimentos que visa melhorar através de realizações de procedimentos que proporcione melhorar eficiências dos equipamentos, utilizando vários meios para potencializá-los, também propondo boa gestão e planejamento prévio^[4].

Atualmente, muitos procedimentos e tecnologias estão contribuindo para desmistificar que a manutenção é apenas trocar peças ou fazer reparos emergenciais, isto é, manutenção corretiva [5]. Existe uma subdivisão na manutenção industrial, sendo elas: Corretiva; Preventiva; Preditiva; Detectiva. As três primeiras são mais conhecidos, no cotidiano das indústrias, pois a Manutenção Detectiva e a Manutenção Preditiva têm uma associação semelhante, apesar de possuírem diferenças em suas atuações [6]. A Figura 1 apresenta um quadro resumo dos principais tipos de manutenção.

Figura 1 - Tipos de manutenção industrial



Fonte: Autoria própria (2022).

A diferença entre as duas manutenções está na forma em que são aplicadas. Na Manutenção Preditiva busca-se um recolhimento de dados, variáveis que podem influenciar no trabalho, utilizando-se equipamentos específicos. Já na Manutenção Detectiva prioriza-se o monitoramento diário de equipamentos, buscando-se identificar algumas alterações, falhas, não perceptíveis, procurando maior confiabilidade das máquinas em atuação. Vale ressaltar que os dados encontrados são analisados por profissionais capacitados no assunto [7].

Com o passar dos anos, foram desenvolvidas algumas estratégias para auxiliar no desenvolvimento de uma administração assertiva de grandes indústrias, uma delas é o planejamento da manutenção industrial, mais especificamente o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) e o Planejamento e Controle de Produção (PCP). Neste trabalho foi dado ênfase ao PCM em virtude dos objetivos delineados para alcançar os resultados da pesquisa.

O PCM nada mais é que um planejamento desenvolvido em todos os processos que poderiam ser relacionados com a manutenção. O trabalho é bem amplo, pois identifica os possíveis reparos a serem realizados em máquinas, além de fazer a classificação da criteriosidade do equipamento. Essa estratégia também faz análises e planejamentos de possíveis paradas na produção, sempre visando gastar menor tempo possível, reduzir desperdícios de matéria prima, monitoramento em tempo real, entre outras melhorias [8].

A tecnologia está sempre contribuindo para que todo esse planejamento seja possível. A exemplo disso, por meio da Indústria 4.0, é possível unificar vertentes como mundo físico, digital e biológico. A interligação da Indústria 4.0 com a Manutenção Industrial originou-se o termo Manutenção 4.0, proporcionando uma ampla transformação no setor industrial, através de implantação de muitas ferramentas estratégicas, inovações tecnológicas, análises detalhadas de dados originados de equipamentos mais eficientes e precisos, entre outras possibilidades [9]. Infelizmente, no Brasil, a Indústria 4.0 está em estado inicial, mas já é possível perceber que as visões estratégicas já estão sendo cada vez mais ampliadas, como por exemplo: ferramentas de planejamento, de qualidade, entre outras [10] [11].

1.1 OBJETIVOS

O principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver um aplicativo gratuito e *online*, o qual fosse capaz de registrar as manutenções corretivas, preventivas e preditivas de um setor de linha de produção ou de algumas máquinas da empresa. Durante o desenvolvimento do aplicativo, foi possível a inclusão de uma fase de testes a qual foi realizada por alguns funcionários das indústrias, em que puderam ser averiguados os seguintes itens: Interface, Configuração, Armazenamento de dados e Sincronização do aparelho móvel com o computador. Em específico, tem-se por objetivos:

- Com esse aplicativo pretendeu-se alcançar maior praticidade para o funcionário, pois este tem em mãos as atividades prévias a serem realizadas no próximo dia, semana e mês; auxiliando na sua organização pessoal.

- A proposta de aplicativo apresentada buscou demonstrar que com a presença de uma rotina planejada na empresa, será possível reduzir os índices de perdas de matéria prima, manutenção corretiva e paradas inesperadas de máquinas.
- Mostrou-se que é possível utilizar uma ferramenta tecnológica com interface simples, visando também a aplicação de uma tecnologia nova que é a Indústria 4.0, possibilitando a interligação e acessibilidades em tempo real de tudo o que está acontecendo; desenvolvendo novas estratégias visando melhorar a gestão, que tornará mais acessível a geração de um histórico daqueles determinados equipamentos inseridos do app.
- Forneceu-se, de forma gratuita, uma ferramenta tecnológica estável e personalizável, com o intuito de servir de auxílio para proprietários de indústrias de pequeno e médio porte sem o poder aquisitivo para aquisição de programas comerciais.
- Com o intuito de gerar dados, extraídos através do contato com o usuário do app, foram desenvolvidos dois questionários, com objetivo de fazer um diagnóstico prévio, que são informações básicas sobre o usuário e o outro questionário com características avaliativas, onde o usuário deveria responder algumas perguntas que pudesse identificar se o objetivo principal do app foi atingido e também sugestões de possíveis melhorias, ao final foi analisado um feedback como um todo.

CAPÍTULO II – ESTUDO DA ARTE

2.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

A manutenção é um termo indispensável e de extrema importância. Fazendo um estudo prévio em algumas referências, estas relatam que a manutenção existe a muito tempo, mesmo não sendo conceituada, definida como ocorre atualmente. Assim, atuando de forma subliminar. Mas, a partir do século XVI na Europa, que se iniciou o uso do termo manutenção, durante a realização de procedimentos de reparos em relógio mecânico.^{[12] [3]}

Com o passar dos anos a manutenção tomou proporções enormes, principalmente diante da Segunda Guerra Mundial em que os cenários dos países destruídos não eram favoráveis, forçados a intensificar mais o desenvolvimento industrial. Outro ponto relevante, é a busca por melhorias na qualidade de produtos e serviços, assim contribuindo para boa organização, gestão com planejamento adequado e eficiente. Apresentando também, uma visão renovada sobre a manutenção, quando se refere segurança de processos, apoiados na gestão da confiabilidade, utilizando ao seu favor ferramentas cada vez mais modernas.^{[3] [28]}

Na evolução da manutenção, alguns autores acreditam que podem ser subdivididas em três ou quatro períodos, até os dias de hoje. Neste trabalho será discutida a subdivisão de quatro períodos da evolução da manutenção industrial, são eles:^{[13] [7]}

- I. 1º Período – É considerado todo o período antes da Segunda Guerra Mundial, em que não existia qualquer controle, preocupação para não ocorrer defeitos, eram utilizados equipamentos simples e a indústria tinha área mecânica limitada. Dessa forma, a atuação da manutenção era super limitada, realizando apenas procedimentos de limpeza e lubrificação como medidas preventivas, as ações eram principalmente corretivas e sem nenhum planejamento prévio.
- II. 2º Período – Já esse segundo período ocorreu logo depois da segunda guerra, foi considerado um momento de muitas mudanças, principalmente no setor industrial, em que ocorreu maior procura e oferta de produtos, maior utilização de equipamentos e máquinas mecânicas, conseqüentemente trazendo uma complexidade na utilização das máquinas e preservação das mesmas, assim inicia-se uma perspectiva da manutenção preventiva, para evitar que ocorra alguma parada inesperada ou falta de equipamento, propondo, assim, um

planejamento prévio da manutenção, prevendo possíveis falhas e gastos desnecessários, que poderiam ser evitados.

- III. 3º Período – O terceiro período ocorreu na metade da década de 1970, que tinha as principais propostas de estender a vida útil das máquinas, melhor produtividade, segurança, autonomia ao usuário, maior confiabilidade, previsão de possíveis danos ambientais e custos, maior segurança e qualidade nos produtos. Usando muitas vezes para ter melhor planejamento, a utilização de *softwares* específicos, que tivesse um controle da atuação. Entretanto, ainda sofria com alguns desafios, como melhoria na confiabilidade, propor maior interação e interligar as áreas da engenharia, manutenção e operação, proporcionando melhores resultados e reduzindo os índices de falhas.
- IV. 4º Período – Esse último período, propõe para a manutenção, a junção entre a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade. Dessa forma, a atuação da manutenção nesse período será da redução de falhas iniciais, consideradas muitas vezes desnecessárias. Embora, a utilização da manutenção preventiva não indicada em situações que precisam ser paralisadas as máquinas, equipamento e sistema operacional. Já a manutenção corretiva, isto é, não planejada, reflete os índices de não eficiência da manutenção em geral, ao realizar uma análise completa.

2.2 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Com o passar dos anos, com a evolução da manutenção tornou-se inevitável a não percepção, que a manutenção poderia se tornar uma “aliada” para a indústria, ou qualquer outro ramo de trabalho. Assim, contribuindo para que não ocorra ou prolongue possíveis deteriorações de máquinas, equipamentos e instalações em geral, e prolongamento no tempo de vida útil. [5][6]

Todavia, a degradação dos equipamentos, máquinas e instalações dependerá do local que estará instalado, com isso poderá ser perceptível com o passar do tempo, através da mudança na aparência, possíveis perdas de desempenho, redução ou paradas inesperadas de produção. [7]

Diante desse cenário, fica mais evidente a importância do acompanhamento diário dos indicadores, utilizando-se ferramentas e tecnologias específicas para obtenção de dados, realizando uma Gestão de Manutenção eficiente, contribuindo na

melhoria dos processos, tanto na área de produção, manutenção quanto nas áreas de suportes, que não tem um contato tão direto com a indústria. [5]

A manutenção é considerada como um dos termos, que mais sofre alterações, está sempre inovando, mas para que ocorra de forma assertiva é necessário que se tome alguns cuidados, um deles é desenvolver uma padronização das atividades de manutenção, propondo alguns roteiros para serem seguidos, evitando possíveis falhas e aperfeiçoando os resultados. Para que haja aplicação de automação durante o período de produção, é necessário seguir uma sequência de passos, como verificar que existe ampla rede de sensores das variáveis físicas de interesse; agora para a comunicação de dados, que podem ser para o sistema de processamento, com dados locais e na nuvem. [14] [7]

Figura 2 – Estrutura Fabril Indústria 4.0.



Fonte: Cavalcanti. Cabral e Igor. (2022, p. 2).

2.3 MANUTENÇÃO NO BRASIL

O Brasil possui a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), uma associação que toma conta de toda a produção da manutenção. A cada dois anos desenvolve um levantamento de dados estipulados previamente, na verdade, são índices determinados para que haja uma homogeneização no controle, possíveis melhorias e desempenho a nível nacional na manutenção, essa atuação acontece desde 1995. [15][16]

Esse trabalho desenvolvido pela ABRAMAN é considerado análise enriquecedora, pois entre 1995 a 2013, foi possível constatar de forma detalhada toda a situação da manutenção no país, consequentemente refletindo nos maiores setores de produtos e serviços que ajudam no desenvolvimento da economia brasileira. [15]

2.4 ÁREAS DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A manutenção é subdividida referente às possíveis intervenções que podem ser realizadas em determinados equipamentos, sistemas ou instalações. Irá depender também da área de atuação da manutenção, em que existem as três opções: Manutenção Elétrica, Manutenção de automação e instrumentação, Manutenção Mecânica. [8]

- I. Manutenção Elétrica – É responsável por garantir a alimentação e realizar reparos na parte elétrica de todos os equipamentos, responsável também pela manutenção de todos os tipos de circuitos elétricos, linhas elétricas, painéis, subestações, todos os existentes que atuam no processo da empresa. Os profissionais dessa área possuem também treinamentos em procedimentos e normas de segurança, como a NR10.
- II. Manutenção de automação e instrumentação – são os responsáveis pelos diversos sensores, instrumentos presentes na indústria, comunicação de rede utilizada nos instrumentos, toda a estruturação do controle, via campo e sala de controle, os instrumentos são acompanhados e controlados através do sistema supervisor.
- III. Manutenção Mecânica – são os que atuam em processos como a usinagem de componentes, lubrificação de equipamentos da empresa, montagem e soldagem. Inspeções ressaltando a área mecânica de motores elétricos, todos os tipos de bombas, redutores, esteiras, entre outros equipamentos.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Ambas as áreas existem as classificações dos tipos de manutenção, que neste trabalho serão abordados, são elas: corretiva, preventiva, preditiva e detectiva. [8]

- I. Manutenção Corretiva – Segundo a Norma NBR 5462, define manutenção corretiva como: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (ABNT, 1994, p. 6).

É considerada como o primeiro tipo de manutenção desenvolvida, entre as demais formas atribuídas com a evolução da manutenção. O objetivo principal da manutenção corretiva é trabalhar na correção de falhas de equipamentos e peças, ou até menos redução inesperada do desempenho menor do esperado, que muitas vezes

é rotulada como manutenção de emergência. Existe uma subdivisão, para esse tipo de manutenção, que é: planejada e não planejada. [7]

Para a manutenção corretiva planejada atua-se em determinadas paradas programadas previamente pela equipe de planejamento, o PCM, juntamente com os gestores da área. Apesar de ser considerada planejada, a execução da atividade não deixa de ser uma correção propriamente dita, com isso é importante tratar essas falhas não com naturalidade, mas sim buscando identificar as possíveis causas do ocorrido e como se deve prevenir, para não ocorrer novamente. [17]

Já para a manutenção corretiva não planejada, corresponde em falhas que não havia sido prevista, com isso trazendo alguns transtornos como paradas inesperadas no processo produtivo, muitas vezes gerando custos elevados e outros prejuízos como: Perdas na produção; Redução na qualidade; Custos indiretos de manutenção e; Danos em equipamentos específicos de custos elevados. [13]

- II. Manutenção Preventiva – Segundo a norma NBR 5462/94, define manutenção preventiva como: “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”. [2]

Uma das funções da manutenção preventiva é evitar que ocorra a manutenção corretiva, também prevenindo de possíveis acidentes e degradação das linhas de produção. Mas, para que isso ocorra, é necessário tomar alguns cuidados, são eles: Produtividade – Realizar uma produção adequada, com frequência de limpeza do ambiente, lubrificação efetiva e pequenos reparos de manutenção; Tempo – Estipulação de tempo para executar a atividade; Utilização – Estipular a quantidade de materiais que será utilizado para realizar determinada atividade. [5][7]

Segundo Xenos (1998, p. 24) é possível destacar algumas vantagens em utilizar a manutenção preventiva ao invés da manutenção corretiva:

“[...] a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos.” (XENOS, 1998, p. 24).

Entretanto, para que haja uma utilização adequada, produtiva da manutenção preventiva é indicado que seja desenvolvido um roteiro ou *check list* de itens que deverão ser analisados e ajustados nos equipamentos, para criar uma linearidade de análises que deverão ser realizadas. [4] [5][8]

Outro ponto importante a se destacar, apesar de ser muito importante no gerenciamento das atividades a serem realizadas, toda a organização de materiais e tempo gastos, deve-se verificar a necessidade da retirada de equipamentos ou sistemas de operação para execução das atividades programadas. Com isso, analisando detalhadamente as possíveis consequências de acordo com cada caso e situação dos equipamentos, sistemas ou plantas em atuação. [2][13][18]

III. Manutenção Preditiva – Esse tipo de manutenção é desenvolvido através do acompanhamento detalhado e rotineiro de equipamentos, máquinas específicas, instalações, peças das linhas de produção. Assim, coletando dados em um determinado intervalo regular de tempo, posteriormente indicando as condições reais que se encontram as máquinas, por exemplo, é possível também identificar alguns desgastes em estado inicial, possíveis falhas, antes de ocorrer a manutenção ou danos maiores. Essas medições podem ser nas condições mecânicas, eletrônicas, pneumáticas, hidráulicas e elétricas dos aparelhos e instalações.

Normalmente é realizada apenas em equipamentos e peças de criticidade A, pelo fato de que o alto custo nas outras classificações de criticidade. Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 45), os objetivos da manutenção preditiva são claros, pois:

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

É muito comum que esse tipo de manutenção tenha apoio de alguns *softwares* específicos de gestão de manutenção, assim auxiliando na geração e organização de dados, para que depois sejam analisados com detalhe. Com isso, diante dessa realidade, muitas vezes são terceirizados esse tipo de manutenção, para uma empresa especializada. A atuação da empresa depois da análise dos resultados

deverá fazer um diagnóstico, que nada mais do que um levantamento da origem e gravidade da falha; Análise de tendência de falha, que irá trabalhar na prevenção da quebra ou defeito, depois deverá programar o reparo indicado antecipadamente, assim evitando que ocorra a falha outra vez. ^[19]

IV. Manutenção Detectiva – A caracterização da manutenção detectiva está interligada na atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, a fim de fazer a detecção de falhas invisíveis ou não perceptíveis aos sentidos do pessoal da operação e manutenção.

A partir da década de 70, esse tipo de manutenção começou a ser mencionada. Atuando na detecção de anomalias, falhas ocultas ou não perceptíveis, por pessoas que trabalham na área. Podendo realizar auto verificação, ou seja, *self-test*, realizadas por pessoa qualificada, que podem ocorrer sem a necessidade de parar o equipamento, perda na produção, e outros danos. ^[20]

2.6 CLASSIFICAÇÃO DE CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS

A classificação da criticidade dos equipamentos industriais é bastante utilizada, principalmente na organização de procedimentos de manutenção. Normalmente, são identificadas as relevâncias de cada equipamento diante do processo de produção da empresa. Com isso, podendo ser classificada em três tipos de criticidade, sendo elas: ^{[21] [22]}

- I. Criticidade A – São equipamentos de máxima importância para manter a qualidade e produção da empresa. Caso ocorra, algum defeito irá prejudicar muito rápido todo o processo. Para que isso não ocorra, é realizado os reparos o quanto antes, emergenciais, para amenizar o prejuízo, assim muitas vezes não tem como esperar o dia programado para realizar o dano.
- II. Criticidade B – Esses equipamentos possuem importância média em relação ao processo de produção da empresa, não tão importantes quanto os equipamentos de criticidade A.
- III. Criticidade C – Já esses equipamentos têm importância leve, em relação às outras duas classificações, mas podem trazer prejuízos em longo prazo. Com isso, são analisados com um tempo maior, mas tomam os devidos cuidados para não influenciar de forma errada os equipamentos de criticidade A e B.

Entretanto, apesar de serem considerados de importância média, podem interferir na qualidade do processo, que muitas vezes precisa ser realizado novamente, com isso gerando retrabalho e gastando tempo desnecessário.

2.7 INTELIGÊNCIA MANUFATURA

Existem vários termos utilizados para mencionar a inteligência manufatura, alguns deles são: *Lean Manufacturing* e manufatura enxuta. A inteligência manufatura é considerada como uma das novidades da Indústria 4.0, com intuito de otimização da produção, reduzindo erros, e contribuindo para o desenvolvimento da fabricação tradicional. Dessa forma, ao prometer englobar três fatores básicos de produtividade: automação, análises avançadas e informatização de processos. Contribuindo para um avanço da linha de produção e melhorando cada vez mais a eficiência. [23]

Toda essa melhoria é possível graças às interações entre máquinas e seres humanos, as quais ocorrem com o auxílio de novas tecnologias provenientes da manufatura avançada, como: Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data, Manufatura Aditiva, dentre outras. Esse sistema de gestão foi desenvolvido por Taiichi Ohno, um engenheiro da fabricante de automóveis Toyota, e por esse motivo também ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção. A metodologia *Lean* descreve 7 macros, áreas que serão foco de um processo de redução de desperdícios na cadeia de produção industrial. São elas: Transporte, Inventário, Movimentação, Espera, Produção excessiva, Processamento excessivo e Defeitos. [23][24]

Segundo um estudo desenvolvido ASQ - The Global Voice of Quality, constataram-se que 82% das companhias do planeta que utilizam Manufatura Avançada tiveram um aumento na eficiência de seus processos e 45% delas registraram um crescimento na satisfação dos consumidores. [24]

Apesar dos dados demonstrarem um cenário bastante positivo, para que essa tendência realmente otimize a rotina produtiva das fábricas é necessário conectá-las e integrá-las a outras ferramentas, como os ERPs (*Enterprise Resource Planning*). [23]

Exemplos de Manufatura Inteligente tem contribuído para os *softwares* de gestão: Inteligência Artificial (IA); Segurança Cibernética; *Cloud Computing*; Realidade aumentada; *Big Data* e *Analytics*; IoT; Consciência ambiental: Maior aceleração. [25]

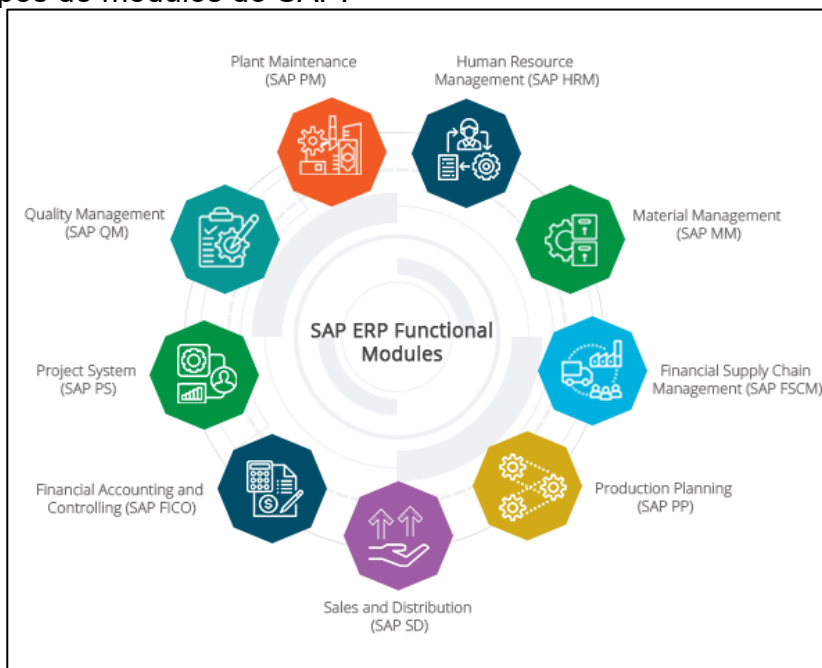
Diante dos pontos relatados, a *Lean Manufacturing* está sempre buscando possíveis melhorias contínuas. Através dessa percepção, os colaboradores se interessam e aplicam novas soluções, sempre com o objetivo de melhorias e eficiência durante o trabalho. [23][24] [25]

2.8 PLATAFORMA SAP

O sistema SAP possui origem alemã é a abreviação da expressão em alemão ‘*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*’, traduzindo temos: ‘Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados’. É considerado como um *software* de referência entre os demais, em relação ao gerenciamento de processos de negócios, criando soluções que facilitam o processamento efetivo de dados e o fluxo de informações entre as organizações. [26][27]

Sendo assim, contribui em diversos setores, para diferentes tipos de indústria e também módulos básicos, auxiliando a organização como um todo. Mas, vale ressaltar que apesar dos módulos serem separados, possuem o mesmo objetivo em unificar todas as informações e esferas, em apenas uma ferramenta. Os principais módulos do sistema SAP, que podem ser integrados em uma empresa, seguindo suas necessidades, proporcionando melhor controle dos diferentes setores da empresa, como mostra na Figura 2: [26][27]

Figura 3 - Tipos de módulos do SAP.



Fonte: Techedge (2022).

Algumas características dos módulos do sistema SAP, são eles: [26][27]

- I. Financial Accounting (FI) - Faz a comunicação entre os outros módulos, assegurando que ocorra o controle de toda a movimentação logística de mercadorias (como entradas e saídas de mercadorias) e financeiros (registro de Nota Fiscal de saída e entrada). A área funcional FI tem os seguintes componentes:
 - Livro Razão (FI-GL)
 - Contas a Pagar (FI-AP)
 - Contas a Receber (FI-AR)
 - Ativos Fixos (FI-AA)
 - Tesouraria TR
- II. Controlling (CO) – Possui o objetivo de contabilizar os custos referentes à fabricação e no consumo dos produtos, com isso apresentando uma cotação do estoque, indicadores de lucratividade dos produtos fornecidos pela empresa. Um ponto relevante, é que o módulo CO possui uma forma de tratar os custos por produtos, usando como referência, da contabilidade por centro de custo por contabilidade de centro de custos, ordens internas e etc.
- III. Sales and Distribution (SD) – Atua com vendas, diversas operações em variadas áreas, distribuição, comercial e logística. Todo esse tipo de serviço é de extrema importância para a organização da empresa, gerenciamento através de um sistema que possa comunicar de forma assertiva gerando condições essenciais na área comercial como, por exemplo: gerar pedidos, cadastros de clientes, materiais, preços, impostos e demais condições comerciais.
- IV. Material Management (MM) – Esse módulo contribui para que haja uma integração com os demais módulos do ERP. Desenvolve uma integração das etapas de administração dos materiais, apresentando um bom planejamento e controle de materiais, compras, recebimento de mercadorias, administração de estoque e registro das notas fiscais.
- V. Production Planning and Control (PP) – Quando existe um bom planejamento da produção é reflexo de um plano de ação dos recursos necessários, para que a produção da empresa atinja as métricas definidas inicialmente. Outros

recursos bastante recorrentes são soluções de operações usadas na automatização, integração do desenvolvimento de produtos e manufatura. Para definir uma solução para o problema, normalmente são usadas ferramentas que auxiliam na análise, para ocorrer uma melhor tomada de decisões.

- VI. Quality Management (QM) – Enfatiza principalmente no gerenciamento do controle de qualidade, abordando todos os processos de planejamento, inspeção, certificado, notificação e controle de qualidade, e é aplicável desde a entrada de matéria prima até pós-produção.
- VII. Manutenção (PM) – Por fim, mas não menos importante, o módulo apresenta toda a cronologia do planejamento juntamente com a execução de ordens de serviços de manutenção, instalações e equipamentos da empresa. Essa manutenção pode ser corretiva ou preventiva e está inserida em um fluxo de trabalho que precisa ser gerido.

Entretanto, para que haja uma boa atuação do sistema SAP na empresa, que o integrou é essencial que haja um planejamento, desenvolvendo uma estrutura a ser seguida, de como deverá ser feito a aplicação do sistema, quais módulos deverão ser instalados de acordo com as necessidades de cada lugar aplicado. Sendo assim, para que ocorra um bom desenvolvimento é importante que a comunicação seja feita da melhor forma possível, interligando os setores responsáveis frequentes, criando mesmo uma cadeia de quais passos a serem seguidos quando houver um problema, depois comunicar o status e compartilhar as principais decisões relacionadas aos projetos. [26][27]

É indiscutível que existem inúmeras benefícios ao adotar o sistema SAP, alguns deles são: [27]

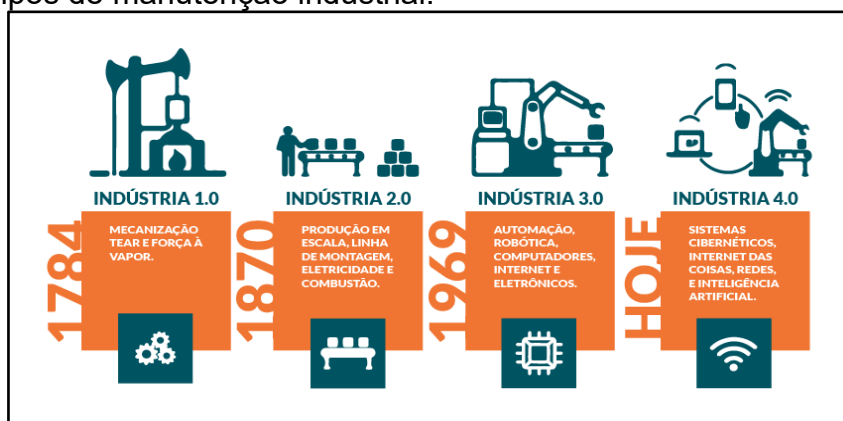
- I. Proporciona maior segurança das informações;
- II. Crescimento da produtividade;
- III. Redução dos custos;
- IV. Ampliação do desempenho referente a infraestrutura de TI e organização;
- V. Maior flexibilidade e escalabilidade.

CAPÍTULO III – INDÚSTRIA 4.0

3.1 INDÚSTRIA 4.0 NO MUNDO E NO BRASIL

A indústria 4.0 é considerada como a mais nova evolução da Revolução industrial, propondo diversas inovações tecnológicas, trazendo grande aprimoramento e aperfeiçoamento contínuo das máquinas presentes no setor industrial, para produzir melhorias para os bens de consumo, como: BIG DATA, INTERNET DAS COISAS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MACHINE LEARNING, sensores avançados de altíssima precisão, dentre diversos elementos tecnológicos capazes de sofisticar e otimizar o setor de produção. Na Figura 2 é apresentada a cronologia das fases industriais até os dias de hoje e algumas características da manutenção industrial. [29][30]

Figura 4 - Tipos de manutenção industrial.



Fonte: Consulteq (2022).

A Indústria 4.0 apresenta sua importância centralizada no progresso e no desenvolvimento industrial, agregando maior qualidade e valor em produtos, e facilitando a realização e o desenvolvimento de estudos com grande potencial de impactar positivamente a humanidade, através da tecnologia. Consequentemente, a indústria estará cada vez mais se alinhando de acordo com a demanda de um mundo mais populoso e exigente, também contribuindo para o aumento do potencial competitivo entre as empresas que pretendem reduzir custos e potencializar a produção de maneira padronizada do chão de fábrica. Sendo assim, tal indústria avançada apresenta nove importantes pilares para a sua caracterização e existência, sendo eles: [10][11][29][30][31]

- I. Robôs autônomos: Esses robôs propõem uma inovação em ampliar os serviços fornecidos, tornando-se cada vez mais autônomos, flexíveis e cooperativos. Sua atuação será em conjunto e desenvolver o trabalho com os humanos tomando os devidos cuidados e com segurança, como muitos definem essa atuação de “*cobotics*”, são robôs auxiliando operadores a realizar algumas atividades.
- II. *Big data e data analytics*: Com o aumento de dados, as empresas passaram a analisar mais criteriosamente e em tempo real os dados da empresa, com objetivo de otimizar a qualidade da produção, economizar energia e melhorar os serviços.
- III. *Cibersegurança*: Como os avanços dos protocolos de conectividade e comunicação estão cada vez mais frequentes, assim tornando a norma. Contando com apoio de sistemas avançados possibilitando o gerenciamento de identificação e acesso à máquina, fortalecendo a utilização de comunicações seguras e confiáveis.
- IV. *Cloud computing*: Através dos processos operacionais consequências da ampliação da Indústria 4.0, proporcionando maior compartilhamento de dados entre sites e empresas. Para esse aspecto de tecnologia em nuvem existe um crescimento promissor, principalmente atingindo tempo de resposta cada vez menores.
- V. Fabricação aditiva: Reflexos das tecnologias de impressão 3D em geral, tornando mais competitivas a produção de produtos customizados em comparação às outras formas de produção, principalmente diante do seu alto desempenho na produção de pequenos lotes.
- VI. Integração horizontal e vertical dos sistemas: Transformação dos sistemas de informação, tornando-se cada vez mais integrados entre si. Contribuindo para que ocorra a interligação entre organização juntamente com as empresas umas com as outras, evitando possíveis prejuízos desnecessários.
- VII. Internet das Coisas Industrial: Ampliação da atuação de produtos que incorporam a inteligência em que deverão ser conectados utilizando protocolos padrão. Consequentemente, havendo uma descentralização das análises, juntamente com a tomadas de decisões, contribuindo para que ocorra maior interação em respostas em tempo real.

- VIII. Realidade aumentada: Diante dessas ferramentas poderá fornecer diversas informações em tempo real aos operadores e profissionais do setor, contribuindo em situações que deverão analisar situações, em seguida tomar decisões em curto tempo, com objetivo de trazer melhorias para os processos de trabalho em atuação.
- IX. Simulação: Por fim, mas não menos importante, a interligação dos dados em tempo real entre o mundo físico em um modelo virtual, com interação entre máquinas, produtos e humanos.

Os 9 pilares definidos para o avanço da tecnologia que compõem a Indústria 4.0, é apresentado na Figura 3.

Figura 5 – Os 9 pilares que compõem a Indústria 4.0.



Fonte: Consulteq (2022).

É inegável que a Indústria 4.0 irá trazer muitas melhorias e impactos positivos, mas infelizmente também tem seu lado contra, é possível destacar alguns pontos relevantes, são eles: [29][30][31]

- I - Limitações de pessoas que não tem acesso a esse tipo de tecnologias, que infelizmente não poderiam contar com políticas públicas para ajudar efetivamente;
- II – A dificuldade de encontrar mão de obra qualificada, pois necessitam de ter habilidades específicas para lidar com as novas tecnologias e formas de trabalho, infelizmente podendo gerar uma exclusão de pessoas não capacitadas e desemprego também.

Entretanto, o conceito de “Revolução” não é homogêneo entre todos os países, principalmente entre os países que são mais desenvolvidos estão tendo a oportunidade de adotar algumas mudanças em um ritmo mais elevado do que outros países, que não países emergentes, países subdesenvolvidos. Mas, vale ressaltar, que os países subdesenvolvidos também podem se beneficiar dessas mudanças adotadas por outros países desenvolvidos. Consequentemente, será gerada uma corrida desigual entre os países, com isso apenas quem puder inovar e se adaptar às novas tecnologias poderá de fato desfrutar do processo dessa transformação. [30][31][32]

No caso do Brasil, infelizmente tem a necessidade de perceber os avanços da tecnologia, através do avanço de outros países, que é possível terem uma medida de como os avanços afeta a indústria como um todo, porque o avanço no país ainda está em fase inicial. [32]

Segundo pesquisa realizada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), somente 2% das empresas atuam com tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Existe um caminho longo a ser percorrido ainda, pois outro estudo revela que cerca de 43% das indústrias brasileiras conseguem identificar quais tecnologias, com isso criando obstáculos para ampliar sua competitividade. [33]

3.2 IMPACTOS DA AUTUAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

As contribuições para manutenção industrial de forma em geral serão inegáveis, através das mesmas poderá ser realizado um acompanhamento em tempo real e detalhado do que está ocorrendo, redução de tempo que os equipamentos ficam inativos, como muitos chamam tempo zero ou *setup* do equipamento, minimizar os custos sobre mão de obra e prolongar a vida útil dos ativos, terá contribuições também em maior interação entre os planejadores das atividades, geração e coleta em tempo real de dados referente a vários ativos, aplicação da análise de *Big Data* bastante usadas para fornecer informações preditivas de manutenção, sem falar na melhora da interação entre almoxarifado interno juntamente com fornecedores de equipamentos e materiais. Como, por exemplo, entre: [31] [32] [33]

- I. As empresas poderão ter maior integração entre o planejamento da atividade, mão de obra qualificada, verificação da existência do equipamento no almoxarifado, posteriormente se necessário contato com o fornecedor. Através dessa interligação poderá ter redução de custos em relação a hora trabalhada

da pessoa que irá realizar a atividade, redução de uso de equipamentos desnecessários, evitando desperdícios e equipamentos amontoados em almoxarifado, comprados sem necessidade de uso programado.

- II. Para a mecânica industrial irá contribuir bastante, em realizações de medições e análises preditivas, ao realizar acompanhamentos diários, mensais, trimestrais e anuais, gerando um histórico e indicadores daquele determinado equipamento. Com a indústria 4.0 esses acompanhamentos poderão ser realizados não apenas mensalmente, mas automaticamente de forma *online*, a cada uma hora do dia, em casos de alguma anomalia poderá ser verificado através de *software*, aplicativos específicos, e-mail, com isso gerando notificações de alerta em que poderá ocorrer uma falha, o indicador está fora do valor “padrão”.
- III. Agora na manutenção mecânica automotiva, as contribuições já são perceptíveis ao utilizar equipamentos, máquinas de empresas estrangeiras como a John Deere, que prezam pela melhoria e inovação no mercado. Sendo assim, contam com tecnologia avançada em que possibilita o monitoramento real do estado de máquinas pesadas, chegada de caminhão,
- IV. Já para a manutenção EIA, que engloba a elétrica, instrumentação e automação, possuem grandes impactos nos cotidianos e tem a perspectiva que essas mudanças poderão contribuir em diversos aspectos para esse setor, pois contribuirá na implantação de sensores, que visará na preservação de equipamentos de valores consideráveis e de maior importância para o processo em geral. Na automação e instrumentação abrirão portas para melhorias consideráveis no processo de controle, possibilitando o acompanhamento em tempo real no sistema de supervisão.
- V. No setor do agronegócio também podemos destacar algumas contribuições, como a elaboração de fertilizantes com maior qualidade, redução de custos, matéria prima e mão de obra.

3.3 CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O SETOR SUCROALCOÓLEIRO

Quando se fala de Indústria 4.0 no setor sucroenergético, agroindústria e sucroalcooleiro, temos uma definição muito utilizada que é a USINA 4.0, com diversos

exemplos de tecnologias para colocá-la em prática, utilizando um processo produtivo interligado, entre todos os setores da planta, gerando uma relação entre indústria, agrícola e automotiva.

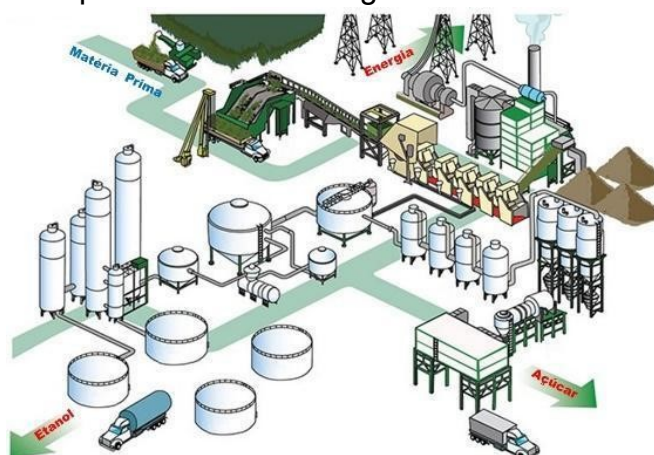
Existem infinitas possibilidades de aplicações de tecnologias aplicadas na USINA 4.0, como: atuação de sistema ciber-físico, que tem interação entre pessoas, equipamento e geração de dados simultâneos. Através dos dados coletados, pode ser desenvolvido um banco de dados, contribuindo para que ocorra a análise e forneça conhecimentos necessários da cadeia produtiva. Existem outras contribuições que podem ser destacadas, como: redução de custos, economia de energia e matérias primas, aumento na segurança, redução dos erros.

Exemplos de equipamentos que possuem projetos de melhorias:

- I. Sonda Oblíqua;
- II. Prensa de Sacarose (Laboratório), inclusive com implementação de segurança conforme NR-12;
- III. Controle de rolos, sistema Dínamo, sistemas de resfriamento e lubrificação de redutores etc;
- IV. Sistemas hidráulicos de Moega;
- V. Cilindros hidráulicos diversos.

Com o passar dos anos, foi inevitável reflexos de contribuições diante das tecnologias que foram surgindo, no setor Sucroalcooleiro, com isso gerando modernização em todo o processo, contribuindo para que ocorra maior controle do processo, automatização, integração, podendo também gerar maior conectividade e interatividade das operações, sendo os processos: Extração, Geração de Vapor, Cogeração de Energia, Fábrica de Açúcar e Destilaria. A Figura 6 mostra de maneira simplificada o processo da Agroindústria de Bioenergia.

Figura 6 - Processo simplificado de Bioenergia.



Fonte: Cavalcanti, Cabral e Igor (2022, p. 2).

Existem inúmeros cases que podem ser relatados para exemplificar a atuação da Indústria 4.0 no setor sucroalcooleiro, como por exemplo: [28]

I. Case 1: Gestão à vista - Acompanhamento online de indicadores

A plataforma de software tem a proposta de trazer para o cotidiano da indústria algumas aplicações tecnológicas, que a indústria 4.0 pode nos apresentar, contribuindo para que haja uma interação de dados, que já são coletados todos os dias, em alguns casos durante todos os turnos de trabalho, esses dados têm origem laboratoriais, balanças e processos industriais, passam a ser conectados em apenas uma plataforma de forma interativa e objetiva, apresentando as análises de dados em tempo real, assim que são atualizados dados de algumas das plataformas de origem o sistema da plataforma interativa é atualizado automaticamente.

Existem diversos pontos a serem destacados, quando se fala nesse tipo de tecnologia, que poderá apresentar uma gestão mais proativa e menos reativa, também conhecida como gestão à vista, apresentando em tempo real dados de qualquer lugar, amenizando perdas e também ganhos de produtividade.

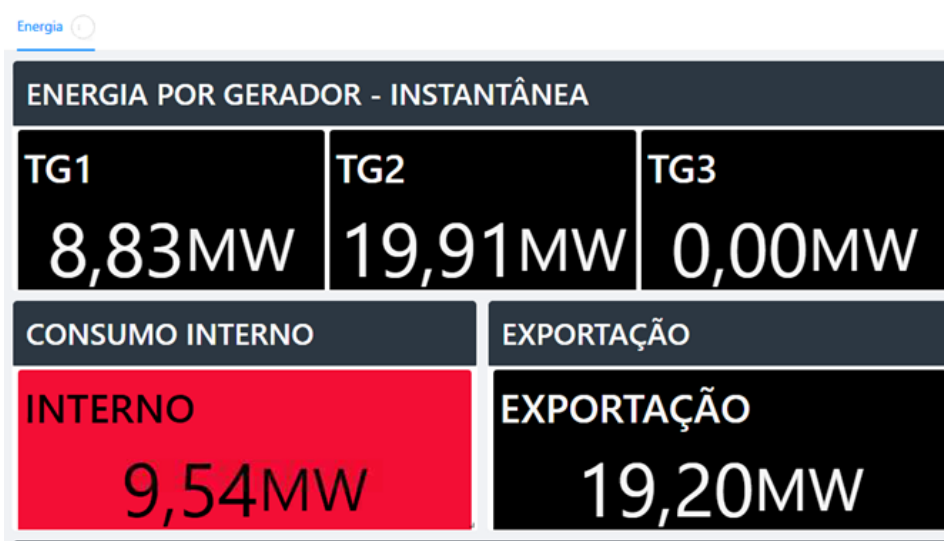
Outro ponto relevante, é a alta aderência podendo ser aplicados em diversos tipos de processos industriais, sem limite de complexibilidade sobre o processo, pode ser empresas de alimentos e bebidas, eletrônicos, fábricas de equipamentos industriais, entre outras aplicações.

O usuário conta com uma plataforma genérica, que pode ser adicionado informações de acordo com a realidade da empresa, como apresentação de dashboard, cadastro de variáveis importantes no processo, que necessitam de um

acompanhamento dos indicadores, com maior criteriosidade nas análises de produção com segurança.

Como mostra no exemplo, o acompanhamento que apresenta a cogeração de energia instantânea, podem ser analisados por cada gerador, contabilizando também o consumo interno da unidade e exportação, todos esses dados são atualizados a cada 24hrs na plataforma, como mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Acompanhamento de cogeração de energia da unidade.



Fonte: Plataforma Interlup

CAPÍTULO IV – COMPOSIÇÃO TÉCNICA – APLICATIVO MOBILE

4.1 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO PMI – PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Durante o decorrer do estágio em uma usina de uma cidade do sul de Goiás, autora do projeto teve a oportunidade de trabalhar com pessoas na área de manutenção industrial. Acompanhando os profissionais durante sua rotina de trabalho, realizando inspeções semanais, manutenção preventiva, preditivas e também corretivas.

Dessa forma, foi possível desenvolver uma visão ampliada das principais atividades exercidas e equipamentos que necessitam de reparos em campo que poderiam ocorrer no setor sucroalcooleiro. Como já estava em um ambiente propício, relaciona ao seu trabalho de conclusão de curso, iniciou a desenvolver uma pesquisa em campo, conversando com profissionais executantes que trabalham com a manutenção industrial, podendo compreender melhor a situação que os profissionais estavam submetidos, em que apesar se tratar sobre as três áreas elétrica, instrumentação e mecânica, possuíam alguns pontos em comum, durante a realização das inspeções realizadas semanalmente. Por exemplo, a estruturação das perguntas de cada equipamento, que não se preocupava em abordar pontos mais relevantes do equipamento, assim sempre sugerindo atualização do Checklist ou plano de ação utilizado sobre o determinado equipamento.

O processo de desenvolvimento do aplicativo pode ser subdividido em etapas, foram elas:

- I. Pesquisa em campo com profissionais executantes na manutenção industrial;
- II. Identificação das áreas de atuação em campo e dos principais equipamentos, que são mais utilizados e necessitam de manutenção;
- III. Elaboração de perguntas referente aos equipamentos selecionados, que poderiam ser usadas no Checklist, nas três áreas, para cada equipamento. Estas perguntas foram elaboradas utilizando-se as literaturas de referências na área de manutenção industrial;
- IV. Criação do esboço inicial de telas principais do app, usando a plataforma de designer gráfico Canva, durante a etapa de planejamento do app todas as imagens foram todas criadas pela própria autora da pesquisa.

Para que contribua com a compreensão do processo de planejamento do app, foram criados os esboços das principais telas do app, conforme mostrado logo a seguir:

A primeira tela do app Planejamento de manutenção industrial (PMI) apresenta a tela login, a qual tem por objetivo coletar informações pessoais do usuário, como por exemplo: e-mail, senha criada pelo usuário. Conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 – Tela Login



Fonte: Autoria própria (2022).

No segundo esboço, temos a primeira tela que o usuário irá se deparar ao iniciar o app, de forma clara e objetivo apresentando o nome do app e logo em seguida, mostra os ícones principais. (Figura 9)

Figura 9 – Iniciar

Fonte: Autoria própria (2022).

Já na Figura 6, temos o esboço do formulário tipo de manutenção, que deverá indicar qual a subdivisão entre as três áreas (elétrica, instrumentação e mecânica), informações básicas descritivas sobre o equipamento, data que deverá analisar novamente o equipamento. (Figura 10)

Figura 10 – Formulário de tipo de manutenção

Lista Geral

1 - Área de atuação do procedimento:

- ☒ Elétrica;
- ☒ Instrumentação;
- ☒ Mecânica.

2 - Descrição do procedimento;

3 - TAG-Fluxo e endereço do procedimento;

4 - Classificação de criteriosidade;

5 - Situação;

6 - Data realizada a manutenção;

7 - Data da próxima realização da manutenção;

8 - Tempo de reparo;

☒ Confirmar ☐ Limpar ☐ Voltar

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 11 a seguir, temos o *checklist* geral das áreas de atuação da manutenção industrial, foram usadas como baseamento para compreender como poderá ser subdividido os equipamentos em cada área.

Figura 11 – Checklist geral das áreas de atuação



Fonte: Autoria própria (2022).

Discutindo melhor as etapas descritas anteriormente, sobre como o app foi subdivido as etapas, temos os seguintes passos:

- I. Realização da pesquisa com o auxílio de técnicos de manutenção, após esse período de pesquisa, alguns equipamentos de cada área foram classificados como os importantes e os mesmos, também existem uma frequência maior de solicitações para realizar verificações, reparos de problemas físicos que influenciam no decorrer do processo, isso ficou claro durante os acompanhamentos que foram realizados com alguns técnicos em manutenção durante um período no estágio da autora do app, que teve a oportunidade está inserida ao ambiente de trabalho que relacionava diretamente com o app.
- II. A partir do momento, da definição prévia sobre quais equipamentos seriam escolhidos para realizar uma pesquisa referencial e conversa com profissionais da área, foram definidos quais equipamentos seriam incluídos em cada *checklist*, seguindo suas determinadas áreas. Posteriormente, foram ocorreu a

criação de funções adicionais para melhorar a funcionalidade do app, que foi a elaboração da agenda, onde o usuário terá um controle dos dias da semana das atividades que foram agendadas previamente e o histórico, que terá toda a análise dos dados que o usuário inserido no app, como mostra nas (Figuras 12,13,14,15,16) a seguir:

Checklist elétrica – Todos os equipamentos da área elétrica

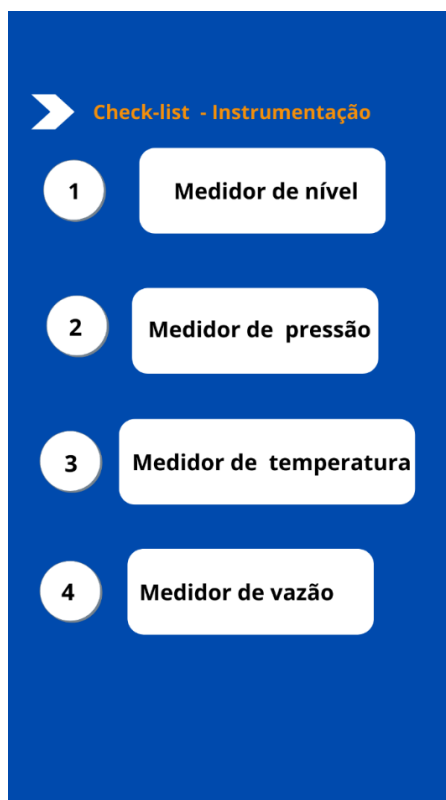
Figura 12 –*Checklist elétrica*



Fonte: Autoria própria (2022).

Checklist instrumentação – Apresentam os equipamentos selecionados da área de instrumentação.

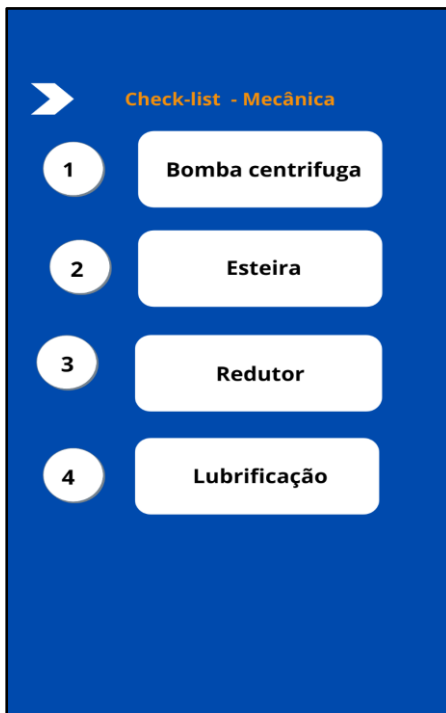
Figura 13 – Checklist instrumentação



Fonte: Autoria própria (2022).

Checklist mecânica – Apresenta todos os equipamentos sobre a área mecânica.

Figura 14 – Checklist mecânica

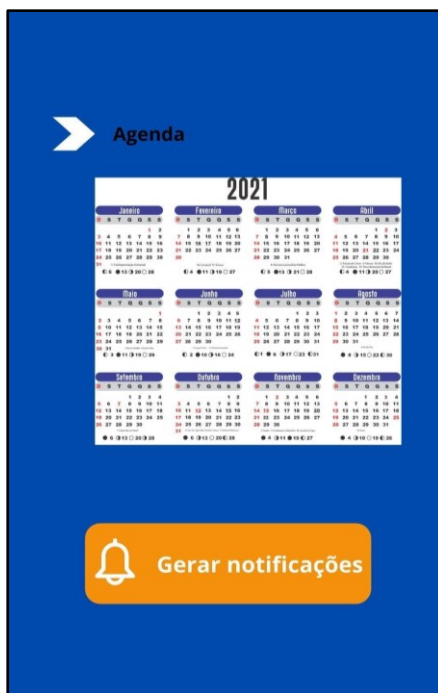


The image shows a mobile application interface for a mechanical checklist. It has a blue background. At the top, there is a white right-pointing arrow followed by the text 'Check-list - Mecânica' in orange. Below this, there are four numbered items, each in a white circle on the left and a white rounded rectangle on the right. The items are: 1. Bomba centrífuga, 2. Esteira, 3. Redutor, and 4. Lubrificação.

Fonte: Autoria própria (2022).

Agenda – Apresenta um conjunto de atividades que o usuário deverá realizar, que contém data e hora para consultar.

Figura 15 – Agenda



The image shows a mobile application interface for a calendar. It has a blue background. At the top, there is a white right-pointing arrow followed by the text 'Agenda' in white. Below this, there is a calendar for the year 2021, showing the months from January to December. Each month is represented by a small grid with days of the week and dates. At the bottom of the interface, there is an orange button with a white bell icon and the text 'Gerar notificações' in white.

Fonte: Autoria própria (2022).

Histórico – São filtros realizados por cada usuário, que demonstram todas as informações que foram inseridas por cada usuário.

Figura 16 – Histórico

Código do procedimento	Data do procedimento	Pesquisa detalhada

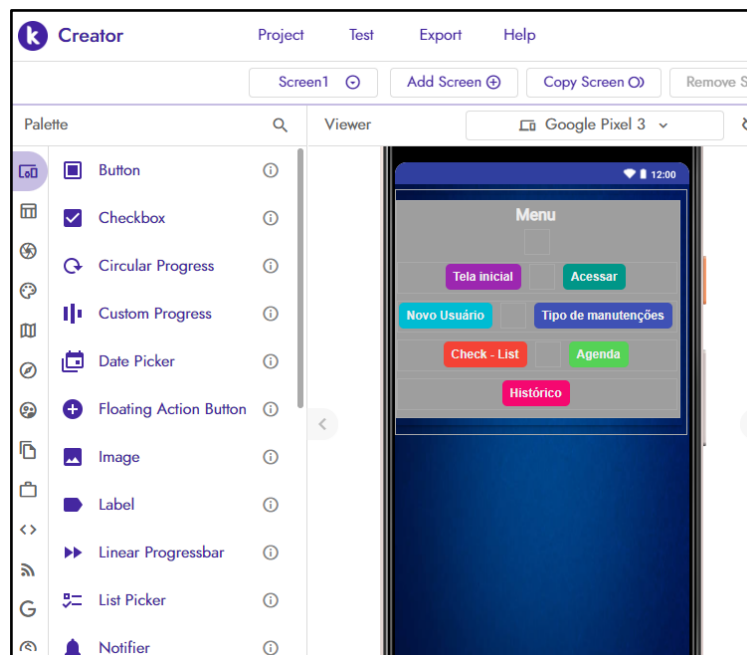
Pergunta	Informação
1 - Data realizada do procedimento	
2 - Área de atuação	
3 - Descrição do procedimento	
4 - TAG-Fluxo	
5 - Endereço	
6 - Equipamento	
7 - Classificação de criticidade	
8 - Situação	

Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 PLATAFORMA USADA NO APLICATIVO - KODULAR

A plataforma utilizada para desenvolver o aplicativo foi a Kodular, é uma plataforma gratuita, com linguagem simples, sem a necessidade de possuir amplo conhecimento em programação, são aplicativos para smartphones, tablets, com sistema operacional Android ou IOS. Com isso, fornece diversas ferramentas com objetivo de criação de aplicativo do zero. O diferencial desta plataforma consiste em possuir um *layout* simples e intuitivo, que pode ser facilmente compartilhado, através do compartilhamento do arquivo no formato apk ou até mesmo disponibilizando via loja PlayStore. Como pode ser visto na figura 17, logo a seguir: [27]

Figura 17 – Plataforma Kodular

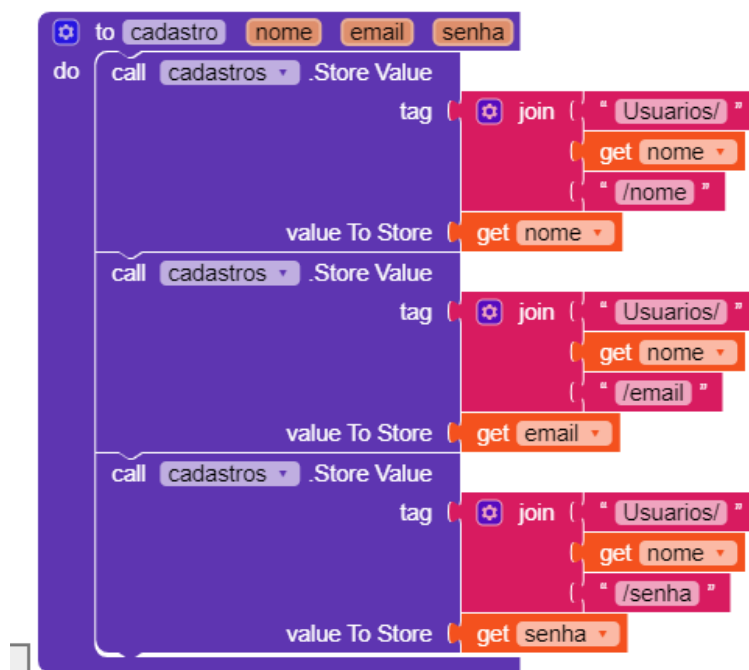


Fonte: Autoria própria (2022).

Vale ressaltar, que o Kodular tem origem holandesa, na verdade é uma evolução do Makeroid, uma plataforma baseada na App Inventor, criada no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Possui a abordagem semelhante do Makeroid, prevalecendo o diferencial com serviço gratuito e de código fechado. [28]

Um diferencial da plataforma Kodular entre as demais, é que além de possuir uma linguagem simples, tem a possibilidade de desenvolver um *design* bastante interessante e inovador diante dos recursos fornecidos pela plataforma. Já na parte da programação, conta com uma estrutura bastante intuitiva, onde não se tem linhas de código comumente encontradas, mas sim vários blocos prontos, para ocorrer a programação e apenas denominar os blocos e uni-los de acordo com as determinadas necessidades. Como pode ser observado na figura 18, que representa a programação em bloco da parte cadastro. [27] [28]

Figura 18 – Plataforma Kodular



Fonte: Autoria própria (2022).

4.3 BANCO DE DADOS – MYSQL

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados, usando linguagem de comunicação SQL como interface, esse projeto iniciou-se em 1980, com o passar dos anos passou por várias mudanças, a partir de 2019, a patente do MySQL está na responsabilidade da Oracle, depois de adquirir a Sun Microsystems.

A opção pelo banco de dados MySQL, está cada vez mais frequente entre as empresas, como NASA, HP, Bradesco, Sony, Facebook, o Twitter, o YouTube, o Google e o Yahoo, e bastante escolhido por possuir características, como: [37] [38]

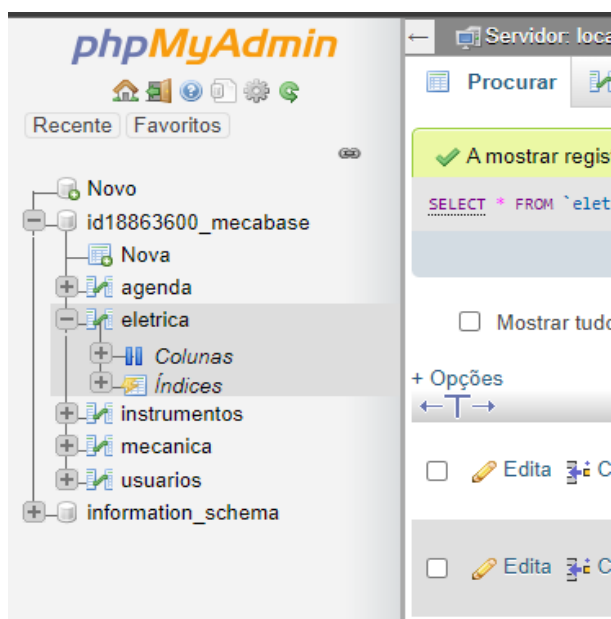
- I. Código aberto – Através da versatilidade de obter um caráter de código aberto, contribui para que MySQL, seja considerado como um banco de dados diferenciado por ser gratuito e fácil de usar.
- II. Facilidade de uso – Quando se refere a configuração, existe um diferencial pois não existe dificuldade na configuração e com poucos ajustes para atingir níveis de desempenho excelentes. Existem algumas ferramentas que facilitam o uso, como MySQL Workbench e dbForge Studio.
- III. Compatibilidade – Outra característica relevante do MySQL é a compatibilidade, fazendo parte do time das principais plataformas, como

Linux, macOS, Microsoft Windows e Ubuntu. Vale ressaltar também, que possui maior desempenho para organizar e armazenamento todos os dados e também conta com Business Intelligence.

- IV. Suporte da comunidade – Existe um grande apoio da comunidade, contribuindo no desenvolvimento na melhoria dos recursos, algumas vezes podendo até mesmo dispensar o próprio suporte técnico da Oracle.
- V. Segurança – Por fim, as partes essenciais são a segurança dos dados e criptografia de senha, que são garantidas pelas funcionalidades do MySQL Access Privilege System e do User Account Management.

Para desenvolver a base de dados do app, foi estruturada em formato de tabela online, que reuni toda a base de dados utilizando o MySQL, que proporciona fazer a montagem da estrutura em forma de tabelas e integrações de colunas também, gerando filtros de informações. Onde foi possível, colocar cada tabela tem uma conexão com a outra forma estruturada, com isso, quando for indicado o dado deverá gerar um filtro uma determinada tabela, criando um sequenciamento de comandos e assim trazendo as informações de forma correta e simples. Na figura 19 demonstra as estruturas utilizadas para desenvolver a base de dados.

Figura 19 – Exemplo da estruturação da base de dados do app



Fonte: Autoria própria (2022).

Existem alguns pontos relevantes, sobre o MySQL gratuito, modelo que foi usado no projeto, que podemos destacar, como:

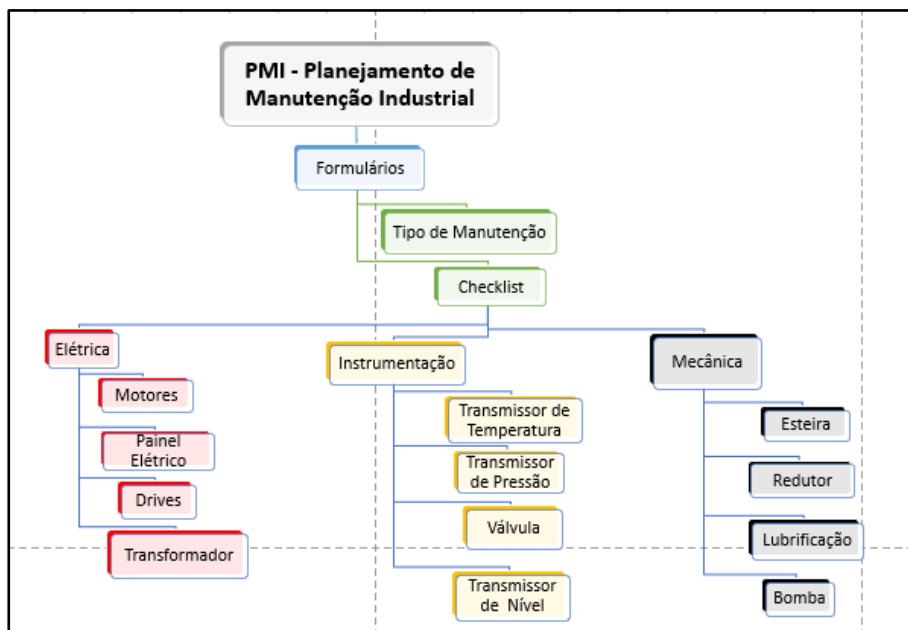
Não possui limitação excedida; suporte técnico insuficiente, e também não é considerado uma plataforma secundária, que não possui elevado grau de segurança, assim servindo de suporte. Outro ponto, é a instabilidade da base de dados, em que pode passar a exigir que pague para continuar a ter acesso aos dados inseridos antes.

4.4 DESENVOLVIMENTO DOS FORMULÁRIOS

Durante a realização do estágio da autora do app, que realizou em uma usina, teve a oportunidade de vivenciar o cotidiano dos profissionais técnicos em manutenção industrial realizando inspeções semanais, mensais, semestrais e anuais. Nesse período bastante enriquecedor, ficou evidente algumas falhas nos formulários existentes da unidade, quando se referia requisitos sobre o equipamento, isso ocorria semelhantemente nas três áreas (elétrica, instrumentação e mecânica), dessa forma, foi inevitável a constatação, que aqueles formulários precisavam de melhorias, para ocorrer inspeções com melhor desempenho sobre os equipamentos, analisando de forma mais detalhada suas particularidades.

Foram desenvolvidas perguntas para a criação dos formulários das áreas elétrica, instrumentação e mecânica respectivamente, visando no cotidiano de cada área e suas particularidades, com isso possibilitando a criação do *Checklist* de manutenção e de cada área visando seus determinados equipamentos. A seguir na Figura 17 representa todos os formulários que foram desenvolvidos, com o auxílio dos profissionais executantes da manutenção industrial. Os formulários estão disponíveis no (Apêndice C).

Figura 17 – Fluxograma representando os formulários desenvolvidos



Fonte: Autoria própria (2022).

4.5 INSTRUÇÕES DO APLICATIVO

Para desenvolver de forma mais clara o app, foram estipulados alguns passos e instruções que são considerados importantes para que ocorra uma compreensão melhor dos passos que deverão ser seguidos:

- I. O usuário teve que preencher o formulário de voluntariado diagnóstico para testar o *app*, onde aceita ser voluntário e compartilhar alguns dados fornecidos para serem usados no auxílio do desenvolvimento do app, o formulário tem acessibilidade em (Apêndice A):

<https://forms.gle/YGM7G1ESpnuhVrVBA>

- II. Instruções de como utilizar o *app*:

- a) A autora aborda alguns profissionais executantes da manutenção industrial, os convidando para que sejam voluntários no teste do app;
- b) Disponibilização do arquivo apk do app para cada voluntário, via Whatsapp;
- c) Depois fazer o download do arquivo apk do aplicativo em teste, que foi disponibilizado pela autora anteriormente;
- d) Aceitar as permissões mostradas na tela;

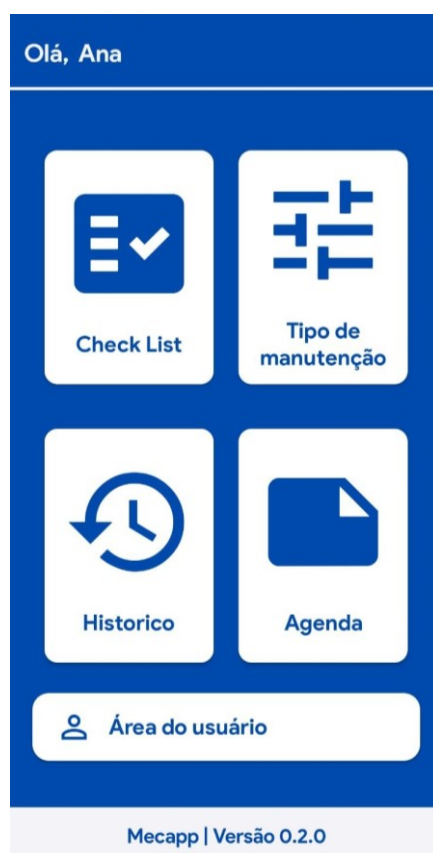
- e) Fazer o cadastro no *app*, inserindo informações básicas como nome, e-mail e senha;
 - f) Acessar o aplicativo na tela inicial, fazer alguns testes no app durante 2 a 3 dias durante a semana, escolher 2 equipamentos preenchendo o checklist a respeito dos equipamentos, relacionado a sua área técnica. Preencher o formulário de tipo de manutenção, simulando o agendamento de alguma atividade futura a ser realizada.
- III. Depois de realizar alguns testes no app, o usuário teve que preencher um formulário avaliativo, que deve responder algumas perguntas a respeito do app relatando o processo de teste, no final do teste o usuário terá um breve espaço para colocar possíveis sugestões de melhorias do app. Depois de toda essa etapa, as informações foram analisadas detalhadamente pela autora, o formulário tem acessibilidade em (Apêndice B):
- https://docs.google.com/forms/d/1Dm4Dy0_fxSs6KHXTellxxEa_NCVcLMNIid8IBNsRKwU/edit

4.6 VERSÃO DO APP PMI

Algumas figuras foram selecionadas para exemplificar como ficou o desenvolvimento de algumas telas do app. Como pode ser analisado nas Figuras (20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31) a seguir:

- Tela Iniciar

Figura 20 – Iniciar



Fonte: Autoria própria (2022)

- Formulário Tipo De Manutenção

Figura 21 – Tipo de Manutenção

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for a maintenance form titled "TIPO DE MANUTENÇÃO".

Left Screenshot:

- Header: Blue bar with a white back arrow.
- Field 1: "Escolha o tipo de manutenção:" with a dropdown menu showing "Escolha".
- Field 2: "Informe o setor e a descrição do equipamento:" with a text input area containing "Setor e local instalado".
- Field 3: "Informe a tag-fluxo e endereço do equipamento:" with a text input area containing "TIT-7700A e Nô 71".
- Field 4: "Informe a situação do equipamento" with a dropdown menu showing "Escolha".
- Field 5: "Informe a criticidade do equipamento:" (empty).
- Footer: Blue bar with the text "TIPO DE MANUTENÇÃO".

Right Screenshot:

- Header: Blue bar with a white back arrow.
- Field 1: "Informe a situação do equipamento" with a dropdown menu showing "Escolha".
- Field 2: "Informe a criticidade do equipamento:" with a dropdown menu showing "Escolha".
- Field 3: "Data da verificação realizada:" with the value "17/10/2022 13:32:02".
- Field 4: "Próxima data de verificação:" with a blue button labeled "Escolha a data".
- Field 5: "Observações finais:" with a text input area containing "Caso exista alguma observação para o equipamento, informe...".
- Field 6: A blue button labeled "ENVIAR MANUTENÇÃO".
- Footer: Blue bar with the text "TIPO DE MANUTENÇÃO".

Fonte: Autoria própria (2022).

- Subdivisão das Áreas da Manutenção

Figura 22 –*Checklist* áreas



Fonte: Autoria própria (2022).

- Área Elétrica – Equipamentos

Figura 23 – Equipamentos da área elétrica



Fonte: Autoria própria (2022).

a) Área Elétrica – Checklist Motor Elétrico

Figuras 24 – Checklist Motor Elétrico

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for a 'Checklist Motor Elétrico'. Both screens have a blue header with a back arrow, the title 'MOTOR ELETRICO', and a star icon.

Left Screenshot:

- 1. Área de instalação do motor (Text input field)
- 2. Descrição do motor (Text input field)
- 3. Identificação do motor (Text input field)
- 4. Tensão que o motor é alimentado? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 5. Tipo de ligação do motor? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 6. Criticidade do equipamento (Dropdown menu with 'Escolher' selected)

Right Screenshot:

- 7. A condição física do motor, está OK? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 8. Aparentemente as condições de ventilação, livre fluxo de ar fixação da base, está OK? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 9. Carcaça do motor isenta de incrustações, está OK? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 10. O ruído do motor está com funcionamento que condiz com a normalidade de uso, está OK? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 11. A temperatura do motor condiz com a normalidade, está OK? (Dropdown menu with 'Escolher' selected)
- 12. Caso exista, relate alguma ocorrência desse motor (Text input field)

At the bottom of each screen is a blue button labeled 'ELETICA'. The right screenshot also features a blue button labeled 'ENVIAR RELATORIO' above the 'ELETICA' button.

Fonte: Autoria própria (2022).

b) Área Elétrica – Checklist Transformador

Figuras 25 – Checklist Transformador

The image displays two sequential screens of a mobile application for a transformer checklist. Both screens feature a blue header with a back arrow and a star icon, and a blue footer with the word "ELETRICA".

Left Screen:

- 1. Área de instalação do transformador
- 2. Descrição do transformador:
- 3. Identificação do transformador:
- 4. Qual é o tipo de ligação do transformador? Escolher
- 5. Criticidade do equipamento: Escolher
- 6. A condição física do transformador, está OK? Escolher

Right Screen:

- 6. A condição física do transformador, está OK? Escolher
- 7. Aparentemente as condições de ventilação, livre fluxo de ar fixação da base, está OK? Escolher
- 8. Carcaça do transformador isenta de incrustações, está OK? Escolher
- 9. O ruído do transformador em funcionamento que condiz com a normalidade de uso, está OK? Escolher
- 10. A temperatura do transformador condiz com a normalidade, está OK? Escolher
- 11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transformador

At the bottom of the right screen is a blue button labeled "ENVIAR RELATORIO".

Fonte: Autoria própria (2022).

- Área Instrumentação – Equipamentos

Figura 26 – Equipamentos da área instrumentação



Fonte: Autoria própria (2022).

a) Área Elétrica – *Checklist* Transmissor de Nível**Figuras 27** – *Checklist* Transmissor de nível

TRANSMISSOR DE NÍVEL ☆

1. Área de instalação do transmissor de nível:
2. Descrição do transmissor de nível
3. Identificação do transmissor de nível
4. Criticidade do equipamento

Escolher ▼
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK?

Escolher ▼
6. A indicação no display, está legível?

Escolher ▼
7. A fixação do instrumento, está OK?

Escolher ▼

5. As conexões elétricas do instrumento, está OK?

Escolher ▼

6. A indicação no display, está legível?

Escolher ▼

7. A fixação do instrumento, está OK?

Escolher ▼

8. As conexões ao processo do instrumento, está OK?

Escolher ▼

9. As tubulações e flexíveis, estão em bom estado?

Escolher ▼

10. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado?

Escolher ▼

11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor

ENVIAR RELATORIO

INSTRUMENTOS

Fonte: Autoria própria (2022).

b) Área Elétrica – *Checklist* Transmissor de Pressão**Figuras 28**– Checklist Transmissor de Pressão

TRANSMISSOR DE PRESSÃO ☆

1. Área de instalação do transmissor de pressão
2. Descrição do transmissor de pressão
3. Identificação do transmissor de pressão
4. Criticidade do equipamento
Escolher ▼
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK?
Escolher ▼
6. A indicação no display, está legível?
Escolher ▼
7. A fixação do instrumento, está OK?
Escolher ▼

Escolher ▼

5. As conexões elétricas do instrumento, está OK?
Escolher ▼

6. A indicação no display, está legível?
Escolher ▼

7. A fixação do instrumento, está OK?
Escolher ▼

8. As conexões ao processo do instrumento, está OK?
Escolher ▼

9. As tubulações e flexíveis, estão em bom estado?
Escolher ▼

10. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado?
Escolher ▼

11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor:

ENVIAR RELATORIO

INSTRUMENTOS

Fonte: Autoria própria (2022).

- Área Mecânica – Equipamentos

Figura 29 – Equipamentos da área mecânica



Fonte: Autoria própria (2022).

Área Mecânica – Checklist Bomba

Figuras 30 – Bomba

The image displays two screenshots of a mobile application interface for a pump checklist, titled "BOMBA".

Left Screenshot:

- 1. Área de instalação da bomba:
- 2. Descrição da bomba:
- 3. Identificação da bomba
- 4. Qual é o tipo da bomba:
- 5. Criticidade do equipamento:
- 6. A limpeza e organização da bomba está atuando de forma correta?

Right Screenshot:

- 9. A bomba encontra-se isenta de vazamento de óleo e sem contaminação do óleo?
- 10. O ruído ou vibração excessiva encontra-se em bom estado?
- 11. O sistema de refrigeração, encontra-se em bom estado?
- 12. Os parafusos de fixação da bomba e motor estão torquados?
- 13. Encontra-se com estado acoplado/correia em bom estado?
- 14. Caso exista, relate alguma ocorrência dessa bomba

Both screenshots feature a blue header with a back arrow and a star icon, and a blue footer with the text "MECÂNICA". The right screenshot includes a blue button labeled "ENVIAR RELATORIO".

Fonte: Autoria própria (2022).

Área Mecânica – Checklist Lubrificação

Figuras 31 – Lubrificação

← LUBRIFICAÇÃO ☆

1. Qual é o tipo de equipamento lubrificado?
Escolher ▼

2. Área de instalação do equipamento:
[Text area]

3. Descrição do equipamento
[Text area]

4. Identificação do equipamento
[Text area]

5. Parte do equipamento que será lubrificado
Escolher ▼

6. Criticidade do equipamento
Escolher ▼

MECÂNICA

← LUBRIFICAÇÃO ☆

8. A estrutura da esteira e fixação, está em bom estado?
Escolher ▼

9. A limpeza e organização estão dentro da normalidade determinada?
Escolher ▼

10. O nível do lubrificante, está em bom estado?
Escolher ▼

11. O respiro encontra-se em bom estado de saturação
Escolher ▼

12. Os filtros, estão em bom estado?
Escolher ▼

13. Caso exista, relate alguma ocorrência nesse equipamento em inspeção de lubrificação:
[Text area]

ENVIAR RELATORIO

MECÂNICA

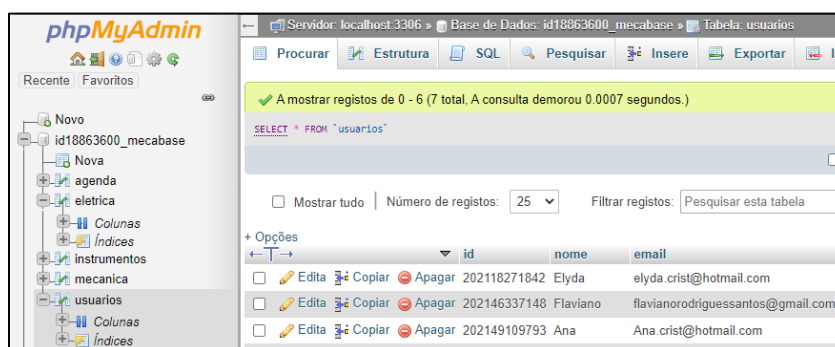
Fonte: Autoria própria (2022).

4.7 TESTE

Os testes foram realizados em três etapas, foram elas:

- I. Teste para realizar o login – O usuário preenchia os campos do login, que são nome, email e senha. Quando conseguia fazer o acesso ao app PMI, a base de dados recebia o email e senha do novo usuário. Como mostra a seguir na Figura 32:

Figuras 32 – Consulta da base de dados parte usuários

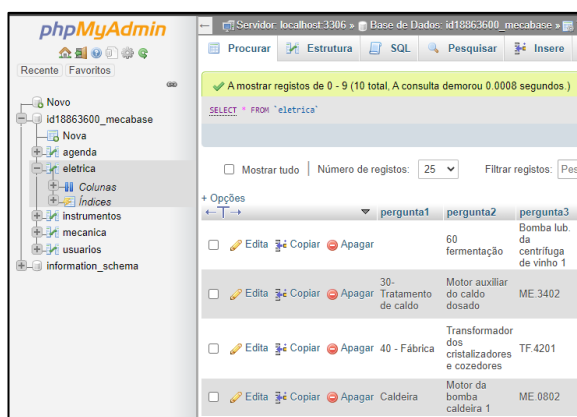


id	nome	email
202118271842	Elyda	elyda.crist@hotmail.com
202146337148	Flaviano	flavianorodriguessantos@gmail.com
202149109793	Ana	Ana.crist@hotmail.com

Fonte: Autoria própria (2022).

- II. Teste para preencher formulários – Os formulários de cada equipamento foram preenchidos, seguindo sua respectiva área de origem. Isso ocorreu no checklist da área elétrica, instrumentação e mecânica. Depois o formulário sobre o tipo de manutenção também foi preenchido e analisado. Essa etapa foi realizada pela autora do app, para analisar se estava tendo uma comunicação correta entre o app e a base de dados. Através das Figuras 33 e 34 exemplificam melhor, como estão sendo organizado os dados.

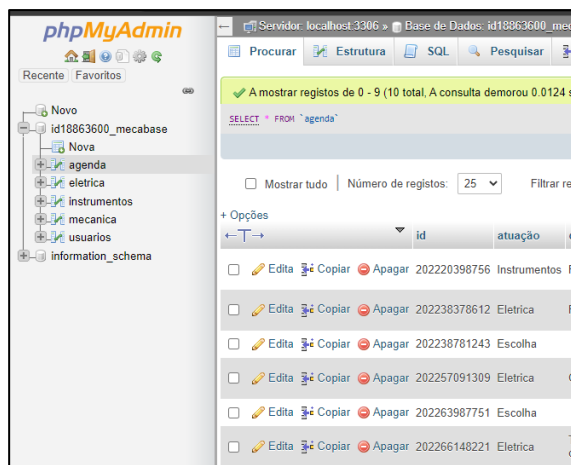
Figuras 33 – Consulta da base de dados parte checklist elétrica



pergunta1	pergunta2	pergunta3
60	Tratamento de caldo	Bomba lub. da centrífuga de vinho 1
30-	Motor auxiliar do caldo dosado	ME 3402
40 - Fábrica	Transformador dos cristalizadores e cozedores	TF 4201
Caldeira	Motor da bomba caldeira 1	ME 0802

Fonte: Autoria própria (2022).

Figuras 34 – Consulta da base de dados parte agenda



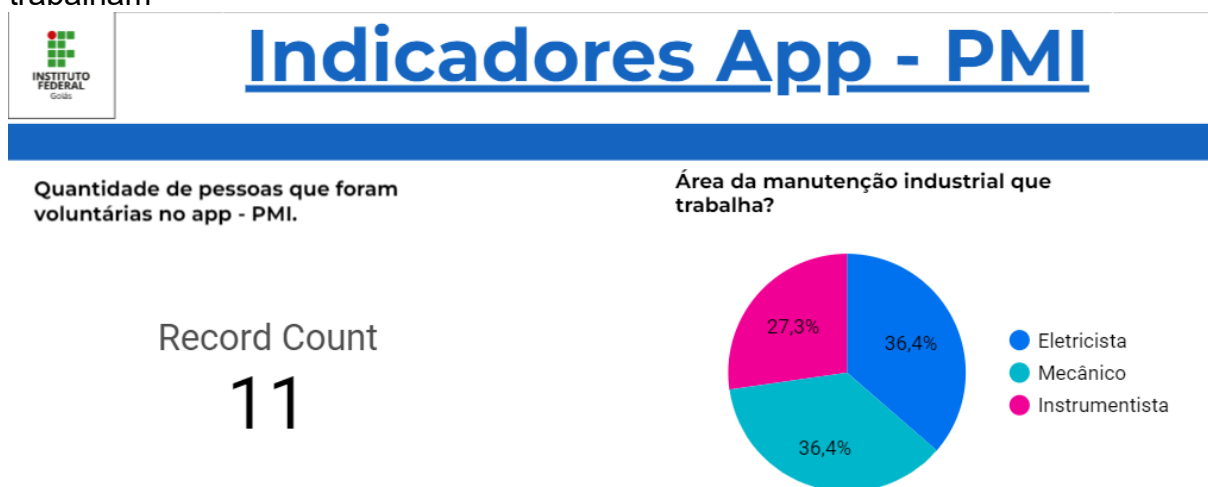
Fonte: Autoria própria (2022).

- III. Teste final – Depois de realizar as duas etapas dos testes, foram realizados os testes finais, onde a autora do app convidou algumas pessoas para serem voluntárias testando seu app. Os testes foram realizados seguindo as instruções do app PMI, que já foram mencionados no trabalho anteriormente.

CAPITULO V - RESULTADOS

Foram realizados os testes com técnicos de cada área de uma determinada empresa, contemplando as três áreas, em seguida, foram desenvolvidas algumas análises para compreender melhor se o app PMI, atingiu os objetivos principais da proposta. Como pode ser visto nas analise e figuras (35, 36, 37, 38) a seguir:

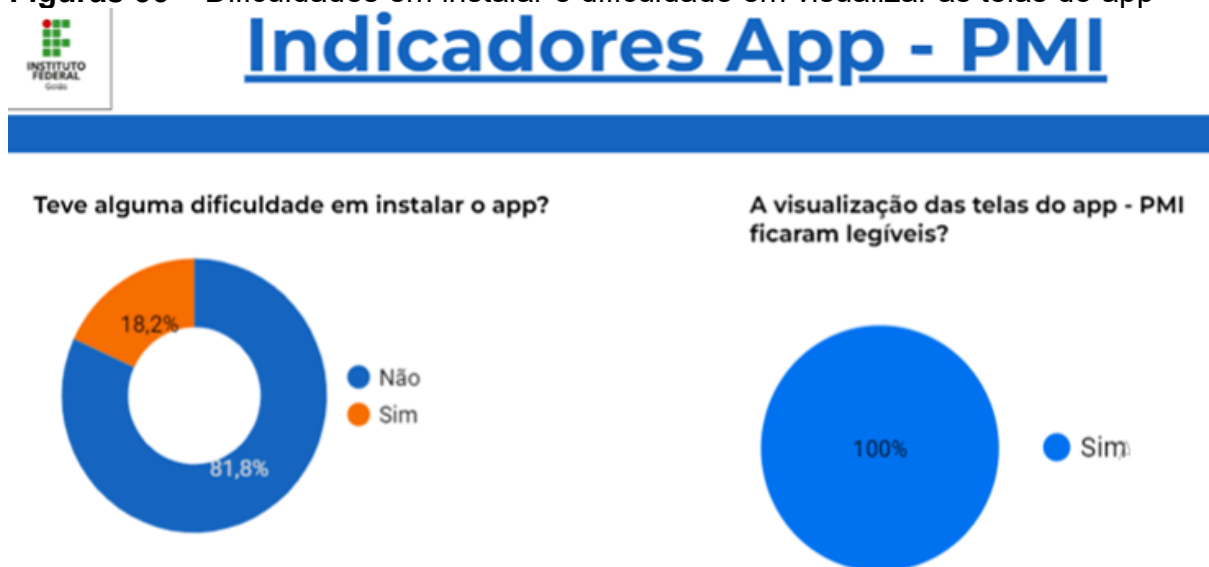
Figuras 35 – Total número de pessoas que foram voluntárias do app PMI e área que trabalham



Fonte: Autoria própria (2022).

Com total de 11 pessoas voluntárias para realizar testes no app PMI, ao analisar a porcentagem por área de atuação na manutenção, ficou bastante equilibrado, assim proporcionado uma percepção de todas as áreas da atuação da manutenção industrial.

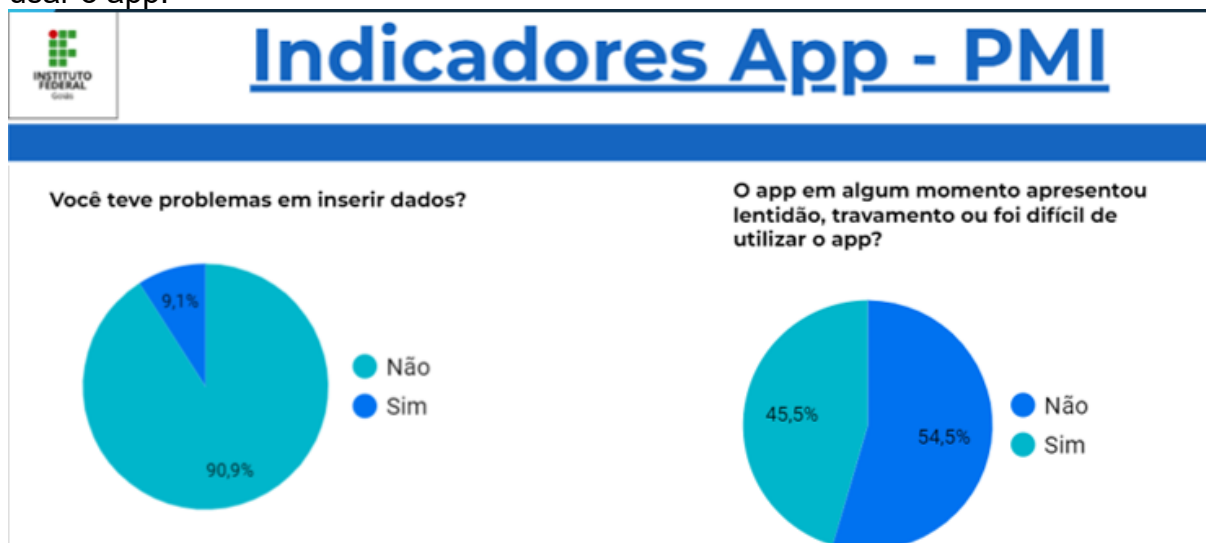
Figuras 36 – Dificuldades em instalar e dificuldade em visualizar as telas do app



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao analisar a porcentagem de voluntários que tiveram dificuldades em instalar o app, e durante um segundo momento conversando com os mesmos ficou claro o motivo da dificuldade, durante a instalação em alguns celulares tinha o passo de permissões do aparelho, por se tratar de um aplicativo não reconhecido pelo mesmo, gerando assim, uma dificuldade para quem não tem tantas habilidades em com aplicativos não tão comuns. E também, com votação unanime, foi considerado um aplicativo objetivo, de fácil entendimento, telas legíveis.

Figuras 37 – Dificuldades em inserir dados ou apresentou lentidão, travamento ao usar o app.



Fonte: Autoria própria (2022).

Apesar de ser considerado um aplicativo objetivo, fácil de inserir os dados, infelizmente está com alguns problemas isolados, ao tentar consultar atividades agendadas inseridas no campo de tipo de manutenções, no campo de agenda está havendo uma instabilidade, em um momento consegue consultar a atividade outro não e quando não consegue consultar ou encontrar nenhuma atividade agendada, fica carregando por um grande período de tempo. Outros dois campos que não foram possíveis de serem utilizados foram eles:

- I. Favoritos - onde a pessoa ao preencher um formulário de um equipamento poderia adicionar o equipamento em favoritos e consultar depois, quando quisesse;
- II. Histórico – O usuário do app poderia consultar todos os dados inseridos no app, onde deveria está organizado de acordo com a data e horário que foi inserido os dados.

Depois de procurar a causa do ocorrido, foi constatado a atualização da plataforma Kodular, assim algumas extensões que foram usadas que eram disponibilizadas gratuitamente passaram a ser pagas, com isso impedindo o seguimento desses dois campos descritas anteriormente.

Figuras 38 – Conseguir consultar as atividades futuras agendadas e avaliação da usabilidade com cotidiano do trabalhador



Fonte: Autoria própria (2022).

Embora, esteja ocorrendo a instabilidade do campo agenda, mais da maioria dos voluntários conseguiram consultar suas atividades agendadas. Mas, ao fazer uma reflexão sobre a usabilidade do app PMI diante dos problemas de lentidão e os campos que não foram possíveis de serem utilizados, isso tudo refletiu na usabilidade no cotidiano do técnico.

CAPITULO VI - CONCLUSÕES

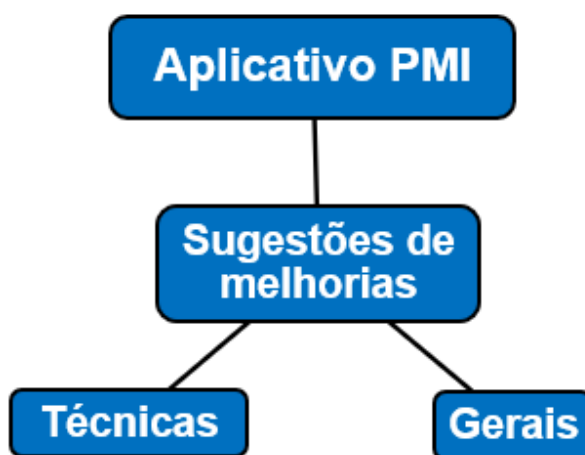
Através do desenvolvimento desse projeto de TCC, contribuiu para que fosse possível ampliar os horizontes diante da importância da implantação da ferramenta digital no cotidiano de profissionais no chão de fábrica.

Dessa forma, foi almejado aproximar dos objetivos estipulados no início do projeto, principalmente quando se refere em otimizar o tempo de trabalho do profissional, desenvolver uma rotina planejada e passar a gerar dados, que poderão ser consultados no futuro.

Entretanto, para que possamos considerar que estamos utilizando tecnologias da Indústria 4.0, deve se considerar alguns pontos, para que haja uma aderência e aceitação de ferramentas digitais, que propõe mais agilidade de atividades rotineiras. E necessário fazer uma estruturação para que a ferramenta tenha maior possibilidades de atuação, como por exemplo: internet de qualidade, utilizar o aparelho da empresa de forma correta, entre outros.

Para fazer um sequenciamento deste projeto, diante dos resultados, foram feitas algumas ponderações, com isso, foram analisados alguns pontos de melhorias, que serão realizadas no futuro, dando seguimento ao projeto desenvolvido, como sendo uma segunda versão do app, foram subdivididas com objetivo de haver melhor entendimento da realização de todo o objetivo da proposta deste projeto. Como pode ser visto nas figuras 39 a seguir:

Figuras 39 – Sugestões de melhorias



Fonte: Autoria própria (2022).

Os técnicos de cada área fizeram as seguintes sugestões de melhorias, como poderá ser analisado na tabela I, logo a seguir:

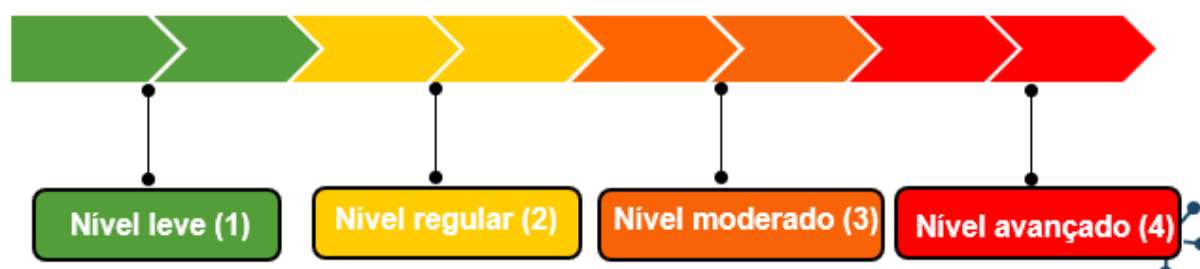
Tabela I – Sugestão de melhoria dos técnicos voluntários

ÁREA	SUGESTÃO DE MELHORIA
Todas	Revisar os formulários, buscando melhorar algumas perguntas e opções de seleção. Como adicionar mais opções de tensão de alimentação no equipamento drive.
Todas	Trocar as opções de seleção de (sim/não está) para (sim/não).
Checklist-Mecânica-Lubrificação	Especificar qual tipo de lubrificante estará usando no equipamento e quantidade.
Checklist-Mecânica-Esteiras	Especificar qual tipo de esteira estará fazendo a inspeção.
Checklist-Instrumentação-Válvula	Adicionar pergunta sobre a necessidade de fazer o teste de Setup no posicionador em campo.
Checklist-Instrumentação-Transmissores(todos)	Adicionar pergunta sobre a indicação que está mostrando no display confere com realidade em campo.

Fonte: Autoria própria (2022).

Dessa forma, foi desenvolvido uma linha do tempo mostrando o nível de dificuldades, para executar as melhorias e algumas sugestões gerais, de acordo com a figura 40 a seguir:

Figuras 40 – Nível de dificuldade das sugestões de melhorias



Fonte: Autoria própria (2022).

Para explicar melhor sobre os pontos de melhorias, foram subdividas com objetivo de haver melhor entendimento da realização de todo o objetivo da proposta deste trabalho. Como pode ser visto na tabela II a seguir:

Tabela II – Subdivisão das sugestões de melhorias por nível de dificuldade

NÍVEL DE DIFICULDADE	SUGESTÃO DE MELHORIA
Nível leve (1)	Atualizar todas as extensões que foram usadas no app, para procurar solucionar os problemas que causam lentidão.
Nível leve (1)	Criar uma etapa de pré cadastro do equipamento, adicionando as informações básicas importantes e técnicas do equipamento.
Nível regular (2)	Criar um alerta quando a atividade que foi agendada estiver próxima de ocorrer.
Nível regular (2)	Organizar a base de dados, interligando com cada usuário os dados inseridos.
Nível moderado (3)	Contabilizar o tempo que a atividade durou, inserindo data e horário de duração.
Nível moderado (3)	Fazer um sequenciamento de quais equipamentos por setor precisam ser inspecionados
Nível avançado (4)	Desenvolver uma base dados que se comunique com o servidor nativo, que tenha mais segurança para resguardar os dados.
Nível avançado (4)	Depois de realizar todas alterações, disponibilizar o app na PlayStore gratuitamente.

Fonte: Autoria própria (2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MONCHY, F. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

[3] COSTA, Mariana Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade Para Melhorar o Resultado Operacional**. Juiz de Fora-MG, 2013. Disponível em: HTTPS://WWW.UFJF.BR/EP/FILES/2014/07/2012_3_MARIANA.PDF Acesso em: 18 de Maio de 2022.

[4] OLIVEIRA, J. C. S. Análise de indicadores de qualidades e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Revista Gepros**. Taubaté-SP, 2013. Disponível em: <HTTPS://REVISTA.FEB.UNESP.BR/INDEX.PHP/GEPROS/ARTICLE/VIEW/1021/501/> Acesso em: 23 de Maio de 2022.

[5] SALES, R. **Manutenção industrial: entenda TODOS os seus tipos e suas características!** [S.l.], 2019. Disponível em: <HTTPS://BLOG.ACOPLASTBRASIL.COM.BR/MANUTENCAO/> ACESSO EM: 20 DE ABR. DE 2021. Acesso em: 28 de Maio de 2022.

[6] Gestão de Ativos. **A importância da Manutenção Industrial e os seus conceitos**. [S.l.], 2019. Disponível em: <HTTPS://SIGGA.COM.BR/BLOG/MANUTENCAO-INDUSTRIAL/> Acesso em: 28 de Maio de 2022.

[7] WANIS, A; PESSIN, B. L. P; BOLZAN, E. S; BARBOSA, M. F; JACOMELLI, T. L. **APLICABILIDADE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS**. Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santos: Faculdade Multivix, 2016. Disponível em: <HTTPS://MULTIVIX.EDU.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/08/APLICABILIDADE-DA-GESTAO-DA-MANUTENCAO-NOS-PROCESSOS-INDUSTRIAIS.PDF> Acesso em: 30 de Maio de 2022.

[8] ARAÚJO, E. **MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: O que é, Exemplos e Quais os Principais Tipos?** [S.l.], 2020. Disponível em: <HTTPS://WWW.AUTOMACAOINDUSTRIAL.INFO/CONHECA-OS-PRINCIPAIS-TIPOS-DE-MANUTENCAO-INDUSTRIAL/> Acesso em: 30 de Maio de 2022.

[9] O PAPEL DOS APLICATIVOS MOBILE NA INDÚSTRIA 4.0. **Marketing para Indústria** [s. l.], 2019. Disponível em: <HTTPS://WWW.MARKETINGPARAINDUSTRIA.COM.BR/TENDENCIAS-SETOR-INDUSTRIAL/O-PAPEL-DOS-APLICATIVOS-MOBILE-NA-INDUSTRIA-4-0/> Acesso em: 01 de Junho de 2022.

[10] MARTINS, P. Manutenção Industrial em tempos de Indústria 4.0. **Revista Potência**. [s. l.], 2018. Disponível em: <HTTPS://REVISTAPOTENCIA.COM.BR/PORTAL-POTENCIA/AUTOMACAO-INDUSTRIA-4-0/MANUTENCAO-INDUSTRIAL-EM-TEMPOS-DE-INDUSTRIA-4-0/> Acesso em: 01 de Junho de 2022.

- [11] MAXINST. **Manutenção industrial 4.0: o que é e quais os benefícios para sua empresa. Revista Manutenção.** [s.l.], 2020. Disponível em: <HTTPS://WWW.REVISTAMANUTENCAO.COM.BR/LITERATURA/TECNICA/TECNOLOGIA-DA-INFORMACAO/MANUTENCAO-INDUSTRIAL-4-0-O-QUE-E-E-QUAIS-OS-BENEFICIOS-PARA-SUA-EMPRESA.HTML> Acesso em: 03 de Junho de 2022.
- [12] MORO, N; AURAS, A. P. **Introdução à gestão da manutenção.** 2007. 33 f., Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Acesso em: 04 de Junho de 2022.
- [13] KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção função estratégica.** 3.ed. Rio de Janeiro: qualitymark, 2009.
- [14] AMARAL, Celso Peck. **Manutenção Produtiva Total: Método PMRI.** Disponível em: <HTTPS://REPOSITORIO.UFSC.BR/BITSTREAM/HANDLE/123456789/84657/225810.PDF?SEQUEN=1> Acesso em: 09 de Junho de 2022.
- [15] OLIVEIRA, José Carlos Souza. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras.** Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Ano 8, n.3, 2013. Disponível em: <HTTP://WWW.REVISTA.FEB.UNESP.BR/INDEX.PHP/GEPROS/ARTICLE/DOWNLOAD/1021/501> Acesso em: 11 de Junho de 2022.
- [16] ABRAMAM. **A gestão de ativos e o planeta terra.** [S.l.], 2019. Disponível em: <https://abramanoficial.org.br/news/A-GEST%C3%83O-DE-ATIVOS-E-O-PLANETA%20TERRA> Acesso em: 11 de Junho de 2022.
- [17] XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.** 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.
- [18] PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. p. 287.
- [19] Equipe Optimus. **O que é manutenção preventiva, preditiva e corretiva?** [S.l.], 2019. Disponível em: <HTTPS://WWW.OPTIMUSPRIME.COM.BR/BLOG/O-QUE-E-MANUTENCAO-PREVENTIVA-PREDITIVA-E-CORRETIVA/> Acesso em: 15 de Junho de 2022.
- [20] SANTOS, Luís Márcio Alves. **A Importância da manutenção industrial e seus indicadores.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 11, Vol. 01, pp. 108-128. Novembro de 2019. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/manutencao-industrial> Acesso em: 16 DE JUNHO DE 2022.
- [21] ARAÚJO, E. **MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: O QUE É, EXEMPLOS E QUAIS OS PRINCIPAIS TIPOS?** [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/> Acesso em: 15 de Junho de 2022.

[22] **BLOG ENGEMAN.** Análise de criticidade de equipamentos: o que é na manutenção? [S.I], 2017. Disponível em: <https://blog.engeman.com.br/analise-de-criticidade-de-equipamentos-o-que-e-na-manutencao/> Acesso em: 18 de Junho de 2022.

[23] Como a Manufatura Inteligente tem revolucionado o mundo dos ERPs. **TECNICON.** [s.I], 2018. Disponível em: <https://www.tecnicon.com.br/blog/351-Como-a-Manufatura-Inteligente-tem-revolucionado-o-mundo-dos-ERPs#:~:text=Como%20a%20Manufatura%20Inteligente%20tem%20revolucionado%20o%20mundo,automa%C3%A7%C3%A3o%2C%20an%C3%A1lise%20de%20informa%C3%A7%C3%B5es%20e> Acesso em: 18 de Novembro de 2022.

[24] Saiba o que é lean manufacturing e como aplicar em sua empresa. **LUDOSPRO.** [S.I]. Disponível em: <https://www.ludospro.com.br/blog/lean-manufacturing#:~:text=O%20Lean%20Manufacturing%20%C3%A9%20um%20sistema%20de%20gest%C3%A3o,erros%20aconte%C3%A7am%20e%20reduzindo%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20industrial%20desnecess%C3%A1ria.> Acesso em: 18 de Novembro de 2022.

[25] O que é manufatura inteligente? **TIBCO** [S.I]. Disponível em: <https://www.tibco.com/pt-br/reference-center/what-is-intelligent-manufacturing> Acesso em: 18 de Novembro de 2022.

[26] **TECHEDGE. SISTEMA SAP: ENTENDA COMO FUNCIONA O ERP E COMO IMPLEMENTÁ-LO.** [s. I], 2020. Disponível em: <https://www.techedgegroup.com/pt/blog/entenda-o-sistema-sap-e-por-que-implement%C3%A1-lo> Acesso em: 8 de Novembro de 2022.

[27] **SAP. O que é a SAP?** [S.I] Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/about/company/what-issap.html#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20SAP%3F%20A%20SAP%20%C3%A9,inicialmente%20chamada%20de%20System%20Analysis%20Program%20Development%20> Acesso em: 8 de Novembro de 2022.

[28] Cavalcanti, C. Cabral, O. Igor, R. **INDÚSTRIA 4.0 APLICADA A MANUTENÇÃO DA AGROINDÚSTRIA** Itumbiara, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/Particular/Desktop/TCC%20Industria%204.0%20Aplicada%20a%20Manut.%20Agroind.%20Rev.Final%20novo%20anexo.pdf> Acesso Em: 8 de Novembro de 2022.

[29] Equipe totvs. **Indústria 4.0: o que é, impactos, benefícios e tecnologias**, [s.I], 2021. Disponível em: [HTTPS://WWW.TOTVS.COM/BLOG/GESTAO-INDUSTRIAL/INDUSTRIA-4-0/](https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/industria-4-0/) Acesso em: 19 de Julho de 2022.

[30] BY CONSULTEQ. **INDÚSTRIA 4.0: A NOVA GERAÇÃO.** [s.I], 2022. Disponível em: <https://consulteq.com.br/2022/02/07/industria-4-0-a-nova-geracao/> Acesso em: 19 de Julho de 2022.

[31] **FIA. INDÚSTRIA 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos. [S.I], 2021. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/industria-4-0/> Acesso em: 20 de Julho de 2022.**

[32] **BBC NEWS BRASIL. O QUE É A 4ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - E COMO ELA DEVE AFETAR NOSSAS VIDAS. [S.I], 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309> Acesso em: 20 de Julho de 2022.**

[33] **Industrial 4.0 PERSPECTIVAS DO USO DA INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR SUCROENERGÉTICO [S,I], 2020. Disponível em: <https://industrial4-0.com.br/perspectivas-do-uso-da-industria-4-0-no-setor-sucroenergetico/> Acesso em: 20 de Julho de 2022.**

[34] OLIVEIRA, J. **Kodular: Aprenda a Criar** Aplicativos. [s.I],2021. Disponível em: <https://juoliveira.com.br/kodular-aprenda-a-criar-aplicativos-para-android/> Acesso em: 22 de maio 2022.

[35] RIBEIRO, R. **Olhar Digital** Kodular: crie aplicativos para Android mesmo sem saber nada de programação. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/01/16/noticias/kodular-crie-aplicativos-para-android-mesmo-sem-saber-nada-de-programacao/> Acesso em: 22 de maio 2022.

[36] Portal maquinas agrícolas. **Conceito da indústria 4.0 ainda está em estágio inicial.** [s.I], 2022. Disponível em: <https://portalmaquinasagricolas.com.br/conceito-da-industria-4-0-ainda-esta-em-estagio-inicial-no-agro/> Acesso em: 20 de Julho de 2022.

[37] HOSTGATOR. MySQL: confira o que é e suas vantagens. [s.I], 2021. Disponível em: <https://www.hostgator.com.br/blog/mysql-e-suas-vantagens/> Acesso em: 25 de Julho de 2022.

[38] **DEVMEDIA** MySQL. [S.I] Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/mysql/> Acesso em: 25 de Julho de 2022.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Formulário voluntariado diagnóstico

Questionário diagnóstico

O questionário tem o objetivo de coletar informações importantes do possível voluntário, que estará utilizando o aplicativo Planejamento de Manutenção Indústria (PMI), por um período de tempo. Este aplicativo foi desenvolvido pela aluna Élyda Cristina Bispo Nascimento, graduanda do curso de Engenharia de Controle e Automação, do campus IFG - Itumbiara/GO, sob orientação Prof. Dr. Victor Regis Bernadeli, com o intuito de apresentar uma ferramenta digital totalmente gratuita, que possa contribuir com o cotidiano industrial durante atividades exercidas em campo.

Observação: Todos os dados dos usuários voluntários serão utilizados em caráter sigiloso, resguardados para uso profissional, durante o desenvolvimento e publicação dos resultados do projeto.

elydanas22@gmail.com (não compartilhado) [Alternar conta](#)

*Obrigatório

1. Qual seu sobrenome nome? (Exemplo: SILVA) *

Sua resposta

APÊNDICE B

Formulário voluntariado avaliativo - Quantitativo

Questionário Avaliativo

Esse segundo formulário avaliativo, tem o objetivo que gerar indicadores sobre o aplicativo Planejamento de Manutenção Indústria (PMI), que será avaliado pelo usuário voluntário. Este aplicativo foi desenvolvido pela aluna Élyda Cristina Bispo Nascimento, graduanda do curso de Engenharia de Controle e Automação, do campus IFG - Itumbiara/GO, sob orientação Prof. Dr. Victor Regis Bernadeli, que contém algumas perguntas chaves para identificar se o usuário voluntário, compreendeu a proposta do projeto, se teve dificuldades em utilizar o app e por fim algumas sugestões de melhorias para o ser desenvolvidas no futuro.

Observação: Todos os dados dos usuários voluntários serão utilizados em caráter sigiloso, resguardados para uso profissional, durante o desenvolvimento e publicação dos resultados do projeto.

elydanas22@gmail.com (não compartilhado) [Alternar conta](#)

*Obrigatório

Qual seu sobrenome nome? (Exemplo: SILVA) *

Sua resposta

Você considera esse app com boa usabilidade no seu cotidiano de trabalho? *

☐ Sim

☐

APÊNDICE C

I. Formulário de manutenção geral

1) Tipo de manutenção:

1. Área de atuação: (Elétrica, Instrumentação, Mecânica)
2. Setor de descrição e equipamento:
3. TAG-Fluxo e Endereço:
4. Situação do equipamento: (Ativo, Não ativo)
5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade 2 – B, Criticidade 3 - C)
6. Data de verificação realizada:
7. Próxima data da verificação: (Escolha da data)
8. Observação final:

II. Formulário da área elétrica

1) Motor Elétrico

1. Área de instalação do motor:
2. Descrição do motor:
3. Identificação do motor:
4. Tensão que o motor é alimentado? (127V, 220V, 380V, 440V)
5. Tipo de ligação do motor? (Monofásico, Trifásico)
6. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
7. A condição física do motor, está OK? (OK, Não OK)
8. Aparentemente as condições de ventilação, livre fluxo de ar e fixação da base, está OK? (OK, Não OK)
9. Carcaça do motor isenta de incrustações, está OK? (OK, Não OK)
10. O ruído do motor está com funcionamento que condiz com a normalidade de uso, está OK? (OK, Não OK)
11. A temperatura do motor condiz com a normalidade, está OK? (OK, Não OK)
12. Caso exista, relate alguma ocorrência desse motor:

2) Transformador

1. Área de instalação do transformador:
2. Descrição do transformador:
3. Identificação do transformador:
4. Qual é o tipo de ligação do transformador? (Transformador 1 - Seco, Transformador 2 – Óleo)
5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
6. A condição física do transformador, está OK? (OK, Não OK)
7. Aparentemente as condições de ventilação, livre fluxo de ar e fixação da base, está OK? (OK, Não OK)
8. A carcaça do transformador está isenta de incrustações, está OK? (OK, Não OK)
9. O ruído do transformador em funcionamento que condiz com a normalidade de uso, está OK? (OK, Não OK)
10. A temperatura do transformador condiz com a normalidade, está OK? (OK, Não OK)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transformador:

3) Drive

1. Área de instalação do *drive*:
2. Descrição do drive:
3. Identificação do drive:
4. Qual é o tipo de drive? (Inversor de Frequência, *Soft-Start*, Relé Inteligente)
5. Tensão que o drive é alimentado? (127V, 220V)
6. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
7. A ventilação do drive está OK? (OK, Não OK)
8. A limpeza do drive, está OK? (OK, Não OK)
9. O *display* IHM e teclas do *drive* estão OK? (OK, Não OK)
10. O desempenho do *drive* está atuando de forma correta? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transformador:

4) Painel

1. Área em que o painel se encontra:

2. Descrição do painel:
3. Identificação do painel:
4. Qual é o tipo de ligação do painel? (Monofásico, Trifásico)
5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
6. A limpeza do painel está OK? (OK, Não OK)
7. A iluminação do painel está OK? (OK, Não OK)
8. A temperatura ambiente que o quadro se encontra está dentro do padrão? (Sim, Não)
9. A ventilação do painel está OK?
10. A temperatura dos componentes no painel está em estado normal, está OK? (OK, Não OK)
11. As lâmpadas da porta do painel estão em bom estado? (1 - OK, 2 - Não OK)
12. A trinca da porta do painel está fechando corretamente? (1 - OK, 2 - Não OK)
13. Caso exista, relate alguma ocorrência desse painel:

III. Formulário da área instrumentação

1) Transmissor de Nível

1. Área de instalação do transmissor de nível:
2. Descrição do transmissor de nível:
3. Identificação do transmissor de nível:
4. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
6. A indicação no display, está legível? (Sim, Não)
7. A fixação do instrumento está OK? (OK, Não OK)
8. As conexões ao processo do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
9. As tubulações são flexíveis, estão em bom estado? (Sim, Não)
10. Os prensa cabos do instrumento estão em bom estado? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor:

2) Transmissor de Pressão

1. Área de instalação do transmissor de pressão:

2. Descrição do transmissor de pressão:
3. Identificação do transmissor de pressão:
4. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
6. A indicação no display, está legível? (Sim, Não)
7. A fixação do instrumento está OK? (OK, Não OK)
8. As conexões ao processo do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
9. As tubulações e flexíveis, estão em bom estado? (Sim, Não)
10. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor:

3) Transmissor de Temperatura

1. Área de instalação do transmissor de temperatura:
2. Descrição do transmissor de temperatura:
3. Identificação do transmissor de temperatura:
4. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
6. A indicação no *display*, está legível? (Sim, Não)
7. A fixação do instrumento está OK? (OK, Não OK)
8. As conexões ao processo do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
9. As tubulações e flexíveis, estão em bom estado? (Sim, Não)
10. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor:

4) Transmissor de Vazão

1. Área de instalação do transmissor de vazão:
2. Descrição do transmissor de vazão:
3. Identificação do transmissor de vazão:
4. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
5. As conexões elétricas do instrumento, está OK? (OK, Não OK)

6. A indicação no display, está legível? (Sim, Não)
7. A fixação do instrumento está OK? (OK, Não OK)
8. As conexões ao processo do instrumento, está OK? (OK, Não OK)
9. As tubulações e flexíveis, estão em bom estado? (Sim, Não)
10. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência desse transmissor:

5) Válvula

1. Tipo de válvula: (Borboleta, Globo, Esfera, Solenóide)
2. Área de instalação da válvula:
3. Descrição da válvula:
4. Identificação da válvula:
5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
6. As conexões de ar e mangueira, estão OK? (OK, Não OK)
7. A fixação do posicionador está OK? (OK, Não OK)
8. A fixação do imã magnético, está OK? (OK, Não OK)
9. A caixa de junção está OK? (OK, Não OK)
10. As tubulações e flexíveis estão em bom estado? (Sim, Não)
11. Os prensa cabos do instrumento, estão em bom estado? (Sim, Não)
12. A estrutura física (gaxeta, corpo válvula ou entre flange), estão em bom estado?
13. Caso exista, relate alguma ocorrência dessa válvula:

IV. Formulário da área mecânica

1) Bomba

1. Área de instalação da bomba:
2. Descrição da bomba:
3. Identificação da bomba:
4. Qual é o tipo da bomba: (Centrífuga, Engrenagem, Helicoidal, Pneumática, Pistão, Palheta, Hidrodinâmica)

5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
6. A limpeza e organização da bomba está atuando de forma correta? (Sim, Não)
7. A temperatura dos mancais, está em bom estado (Sim, Não)
8. O selo ou gaxeta encontra-se em bom estado, sem vazamento? (Sim, Não)
9. A bomba encontra-se isenta de vazamento de óleo e sem contaminação do óleo? (Sim, Não)
10. O ruído ou vibração excessiva encontra-se em bom estado? (Sim, Não)
11. O sistema de refrigeração, encontra-se em bom estado? (Sim, Não)
12. Os parafusos de fixação da bomba e motor estão torquados? (Sim, Não)
13. Encontra-se com estado acoplado/correia em bom estado? (Sim, Não)
14. Caso exista, relate alguma ocorrência dessa bomba:

2) Esteira

1. Área de instalação da esteira:
2. Descrição da esteira:
3. Identificação da esteira:
4. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
5. Os roletes estão inspecionados, estão em bom estado? (Sim, Não)
6. A estrutura da esteira e fixação está em bom estado? (Sim, Não)
7. A limpeza e organização estão dentro da normalidade determinada? (Sim, Não)
8. O funcionamento da esteira está em bom estado? (Sim, Não)
9. O alinhamento da esteira, encontra-se em bom estado? (Sim, Não)
10. A estrutura do material, encontra-se em bom estado? (Sim, Não)
11. Caso exista, relate alguma ocorrência dessa esteira:

3) Redutor

1. Área de instalação do redutor:
2. Descrição do redutor:
3. Identificação do redutor:
4. Qual é o tipo do redutor: (Redutores planetários, Redutores de parafuso sem fim, Redutor com trem de engrenagem, Redutores cónicos)
5. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
6. O nível de ruído e vibração, estão em bom estado? (Sim, Não)
7. A limpeza e organização estão dentro da normalidade determinada? (Sim, Não)
8. A fixação da base está em bom estado? (Sim, Não)
9. O funcionamento está em bom estado? (Sim, Não)
10. O redutor está sem vazamento de óleo, encontra-se em bom estado? (Sim, Não)
11. O Estado está acoplado/correia, está em bom estado? (Sim, Não)
12. A temperatura do redutor está dentro do normal para o funcionamento do equipamento? (Sim, Não)
13. Caso exista, relate alguma ocorrência dessa esteira:

V. Formulário da área lubrificação

1. Qual é o tipo de equipamento lubrificado? (Bomba, Exaustor, Motor elétrico, Redutor)
2. Área de instalação do equipamento:
3. Descrição do equipamento:
4. Identificação do equipamento:
5. Parte do equipamento que será lubrificado: (Mancal LA, Mancal LOA)
6. Criticidade do equipamento: (Criticidade A, Criticidade B, Criticidade C)
7. O nível de ruído e vibração, estão em bom estado? (Sim, Não)
8. A estrutura da esteira e fixação está em bom estado? (Sim, Não)

9. A limpeza e organização estão dentro da normalidade determinada?
(Sim, Não)
10. O nível do lubrificante está em bom estado? (Sim, Não)
11. O respiro encontra-se em bom estado de saturação (Sim, Não)
12. Os filtros estão em bom estado? (Sim, Não)
13. Caso exista, relate alguma ocorrência nesse equipamento em
inspeção de lubrificação: