

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

LUCAS SOARES GUIMARÃES

DIGITALIZAÇÃO DE UM FLUXO DE ETIQUETAS TPM EM
UMA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

ITUIUTABA
2024

LUCAS SOARES GUIMARÃES

DIGITALIZAÇÃO DE UM FLUXO DE ETIQUETAS TPM EM UMA
INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Lucio Abimael Medrano Castillo

ITUIUTABA
2024

DIGITALIZAÇÃO DE UM FLUXO DE ETIQUETAS TPM EM UMA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Ituiutaba, 14 de novembro de 2024.

Banca Examinadora:

Lucio Abimael Medrano Castillo (orientador), Universidade Federal de Uberlândia

Gabriela Lima Menegaz, Universidade Federal de Uberlândia

Mara Rúbia da Silva Miranda, Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais que me deram todo o suporte e motivação para a realização dessa graduação, momento em que me aventurei em uma nova localidade, uma vida com novas responsabilidades, mas que trouxe uma grande evolução pessoal e profissional.

Agradeço a todos os meus amigos que colaboraram com essa trajetória e aos colegas de entidades estudantis em que fiz parte, em especial a todo o time da Produza Consultoria Junior durante a minha jornada na entidade

Por fim, agradeço por todo o ensino e apoio dos professores da Engenharia de Produção, principalmente ao professor Lucio, este que me simpatizei pelo forma de ensino e disciplinas que o mesmo lecionou, além do total apoio para realização desse trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

O setor industrial nos últimos anos está passando por avanços tecnológicos característico da revolução industrial atual, a Indústria 4.0. O uso da tecnologia, a digitalização e integração de processos ganhou mais evidência e importância no setor, pois esses fatores traz benefícios como aumento da eficiência operacional, eliminação de desperdícios e redução de custos financeiros para as empresas. O trabalho buscou desenvolver e implementar um aplicativo para realização de abertura, conclusão e gestão de Etiquetas TPM (Manutenção Produtiva Total), almejando a eliminação de movimentações físicas desnecessárias, alto consumo de tempo, custos e dificuldade de comunicação entre os setores envolvidos no processo. O desenvolvimento do *app* foi baseado em um fluxo de Etiquetas TPM manual e com diversos pontos de gargalo. A fim de entender detalhadamente o fluxo estudado, a pesquisa contou com um mapeamento e modelagem dos processos, levantamento de dados de consumo de tempo e custos, e a realização de um *Brainstorming* com os colaboradores envolvidos no processo. O desenvolvimento da ferramenta foi através da plataforma *Microsoft Power Apps* e para validação da solução foi realizado um teste piloto durante dois meses em uma das plantas produtivas da indústria, o teste buscou avaliar a aplicabilidade do *app* via *tablets* no chão de fábrica, monitorar erros e coletar um *feedback* final dos usuários do teste. Como resultado final, a ferramenta trouxe aumento na *performance* do fluxo por meio de um processo digital mais rápido, eliminação de movimentações físicas e aumento no engajamento dos colaboradores. Além dos benefícios processuais, a solução eliminou o consumo de materiais e reduziu custos, enfatizando também a importância de processos digitais e sustentáveis.

Palavras-chave: TPM (Manutenção Produtiva Total); Etiquetas; Aplicativo; Microsoft Power Apps; Digitalização.

ABSTRACT

The industrial sector in recent years has been going through technological advances characteristic of the current industrial revolution, Industry 4.0. The use of technology, digitalization, and integration of processes has gained more visibility and importance in the sector, as these factors bring benefits like increased operational efficiency, elimination of waste, and reduction of financial costs for companies. The work aimed to develop and implement an app for managing the opening, closing, and handling of TPM Labels (Total Productive Maintenance), aiming to eliminate unnecessary physical movements, high time consumption, costs, and communication difficulties among the departments involved in the process. The app was developed based on a manual TPM Labels flow with several bottlenecks. To understand the flow studied in detail, the research included mapping and modeling the processes, gathering data on time consumption and costs, and carrying out a brainstorming session with the employees involved in the process. The tool was developed through the Microsoft Power Apps platform, and to validate the solution, a pilot test was conducted for two months in one of the industrial production plants. The test aimed to assess the app's applicability via tablets on the shop floor, monitor errors, and collect final feedback from the test users. As a final result, the tool improved the flow's performance through a faster digital process, eliminated physical movements, and increased employee engagement. Besides the procedural benefits, the solution eliminated material consumption and reduced costs, also highlighting the importance of digital and sustainable processes.

Keywords: TPM (Total Productive Maintenance); Labels; App, Microsoft Power Apps; Digitalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Os 8 pilares da TPM.....	Página 6
Figura 2	Etiqueta TPM.....	Página 8
Figura 3	Ranking das plataformas low-code.....	Página 10
Figura 4	Etiqueta azul.....	Página 14
Figura 5	Etiqueta vermelha.....	Página 14
Figura 6	Cadernos TPM.....	Página 15
Figura 7	Etiqueta com dados preenchidos.....	Página 15
Figura 8	Fluxograma etiquetas TPM.....	Página 16
Figura 9	Fluxograma Adm etiquetas TPM.....	Página 17
Figura 10	Quadro Kanban	Página 22
Figura 11	Lista de dados do aplicativo.....	Página 23
Figura 12	Tela Inicial.....	Página 23
Figura 13	Segunda Tela.....	Página 24
Figura 14	Tela de abertura da etiqueta	Página 25
Figura 15	Etiqueta Fisica x Etiqueta Virtual.....	Página 25
Figura 16	Tela de Controle.....	Página 26
Figura 17	Filtros da Tela de Controle.....	Página 26
Figura 18	Campos de Etiquetas na Tela de Controle.....	Página 27
Figura 19	Telas de Visualização e Conclusão.....	Página 28
Figura 20	Tela de Visualização de Imagem.....	Página 29
Figura 21	Visão do App pelo Tablet.....	Página 30
Figura 22	Fluxograma com o uso do aplicativo.....	Página 33

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1	Tempos do Fluxo Administrativo.....	Página 18
Gráfico 1	Custos com materiais.....	Página 19
Gráfico 2	Resultado abertura de etiquetas.....	Página 30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TPM	Manutenção Produtiva Total
APP	Aplicativo
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
MC	Melhoria Contínua

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS DE PESQUISA	2
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	2
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
1.2	JUSTIFICATIVA	2
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1	LEAN MANUFACTURING	4
2.2	TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	5
2.2.1	<i>Manutenção Autônoma</i>	6
2.2.2	<i>Limpeza e Inspeção</i>	7
2.2.3	<i>Etiquetas</i>	8
2.3	INDÚSTRIA 4.0	9
2.3.1	<i>Digitalização dos processos na indústria 4.0</i>	9
2.4	MICROSOFT POWER APPS	10
3	METODOLOGIA.....	11
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	11
3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	12
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	12
4.3	MAPEAMENTO DOS PROCESSOS	16
4.4	LEVANTAMENTO DE DADOS	18
4.4.1	<i>Tempos com o processo</i>	18
4.4.2	<i>Custos com o processo</i>	19
4.5	BRAINSTORMING COM A OPERAÇÃO	20
4.6	APLICATIVO ETIQUETAS TPM	21
4.6.1	<i>Fase inicial do desenvolvimento</i>	21
4.6.2	<i>Aplicativo</i>	22
4.6.3	<i>Teste Piloto</i>	29
4.6.4	<i>Ganhos financeiros e de recursos</i>	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
5.2	AÇÕES FUTURAS	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0, busca o desenvolvimento de processos e produtos autônomos e mais eficientes utilizando tecnologias de automação industrial. Tendo como objetivo, melhorar a eficiência do sistema produtivo e ganhar capacidade na resolução de problemas sem a intervenção do homem (Souza; Junior; Neto, 2017).

Nos últimos anos esse marco na história industrial vem evoluindo no Brasil, principalmente pelo fato que a adoção de práticas e implementação de ferramentas tecnológicas resulta não somente em ganho de eficiência, mas também em redução de custos. Pois, de acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017), “a adoção de conceitos da Indústria 4.0 na matriz produtiva brasileira poderia gerar uma economia de R\$73 bilhões ao ano”.

Diante desse cenário, empresas buscam diariamente uma melhor qualidade nos seus produtos e serviços, além da implementação da melhoria contínua que traz evolução do conhecimento e utilização de melhores métodos e práticas (Almeida; Loos, 2020).

A empresa do trabalho em questão é uma indústria de produção de defensivos agrícolas. O setor tem grande parcela no funcionamento e resultados do agronegócio brasileiro. Se tratando de números financeiros, o setor foi responsável por um faturamento de US\$20.706.000,00 em 2023 (Sindiveg, 2024). A motivação principal do trabalho foi baseada no cenário real que a empresa tinha em relação a um processo importante de uma das suas metodologias de melhoria contínua. O processo das Etiquetas TPM da empresa tinha características monótonas, comparando com as práticas atuais, pois tinha-se um processo manual e que vinha gerando dificuldades em relação a alto consumo de tempo e movimentação desnecessária para os setores envolvidos.

Seguindo a tendência de relevância do mercado atual em buscar sempre uma melhoria contínua, o presente trabalho tem como tema o desenvolvimento e implementação de um aplicativo para digitalização de um processo manual de Etiquetas da metodologia TPM (Total Productive Maintenance)) em uma indústria de defensivos agrícolas. Realizando o desenvolvimento da ferramenta através do Microsoft Power Apps, plataforma da Microsoft que permite a criação de aplicativos personalizados.

O presente trabalho buscou analisar todo o processo real da empresa, identificando os pontos negativos e levantando dados de custos e consumos desnecessários. A análise e as informações levantadas foram primordiais para uma abordagem sólida para o principal

objetivo de desenvolver e implementar um aplicativo para realização de abertura, conclusão e gestão de Etiquetas TPM, almejando a eliminação de movimentações físicas desnecessárias, alto consumo de tempo, custos e dificuldade de comunicação entre os setores envolvidos no processo. O aplicativo foi implementado e testado por alguns meses em uma das linhas de produção da indústria estudada, a fim de validar a efetividade do uso da ferramenta e o comportamento do processo de forma digital.

1.1 Objetivos de pesquisa

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver e implementar um aplicativo para realização de abertura, conclusão e gestão de Etiquetas TPM, almejando a eliminação de movimentações físicas desnecessárias, alto consumo de tempo, custos e dificuldade de comunicação entre os setores envolvidos no processo.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Mapear e modelar os processos relacionados às Etiquetas TPM;
- Levantar dados de custos financeiros e consumo de materiais físicos;
- Realizar *brainstorming* com colaboradores envolvidos no processo para levantar pontos negativos do processo manual e quesitos primordiais para um futuro aplicativo;
- Criar o aplicativo no *Microsoft Power Apps*;
- Treinar operadores e técnicos de manutenção;
- Configurar dispositivos móveis com o aplicativo;
- Realizar teste piloto para validação;
- Coletar *feedback* dos usuários através de um formulário;
- Mapear e modelar o novo processo com o aplicativo.

1.2 Justificativa

O presente trabalho foi motivado pelo fato da identificação de um processo que tinha diversas dificuldades na sua realização e de reclamações vindas de pessoas envolvidas. O processo original era praticamente todo manual, os operadores após identificarem uma anomalia em um equipamento realizavam a abertura das etiquetas manualmente, onde pegava-se a etiqueta disponível em um acrílico in loco e com isso eram preenchidos os dados da mesma. Após a finalização do preenchimento era colada a etiqueta em um caderno.

Com o cenário com processos manuais e a gestão de etiquetas sendo feitas fisicamente por meio de papéis e cadernos, o fluxo se caracterizava com diversas dificuldades, pois os técnicos de manutenção que realizam a conclusão dessas etiquetas abertas prosseguiram para a conclusão das anomalias identificadas, eles coletavam os cadernos com as etiquetas semanalmente para assim identificarem as abertas e prosseguirem com as resoluções. Sendo assim, os técnicos tinham alguns pontos de dificuldade em relação ao consumo alto de tempo para realizar essa coleta e após analisarem os cadernos era feita a devolução nas plantas. Outro ponto importante era que as informações do preenchimento não eram totalmente assertivas e as etiquetas muitas das vezes se perdiam ou estragavam no local, resultando em uma não confiabilidade e segurança nos dados.

Em resumo o processo era realizado com colaboradores de três setores distintos, sendo eles: Produção, Manutenção e Melhoria Contínua. Os pontos negativos do processo se estendiam para os três setores. Os pontos de dificuldades relatados anteriormente acabam impactando diretamente na eficiência do processo e no contentamento dos colaboradores, e assim consequentemente na evolução do pilar de manutenção autônoma.

Perante a necessidade de uma mudança na forma em que o processo ocorria, esse trabalho seguiu com o objetivo de digitalizar esse processo, pois muitos pontos negativos vinham pelo fato dele ser realizado de forma manual e física, assim um desenvolvimento e implementação de um aplicativo que realizasse todo o fluxo seria o cenário ideal para a evolução do processo e melhores resultados para a empresa.

1.3 Delimitação do trabalho

A solução do trabalho, ou seja, o aplicativo foi desenvolvido e implementado especificamente e personalizado para empresa estudada. O trabalho foi realizado diante do processo de etiquetas do Pilar de Manutenção Autônoma da empresa. As etiquetas funcionam como uma ferramenta de identificação e solução de anomalias que busca o ganho de manutenção autônoma dentro da metodologia TPM. O processo conta com os setores de

Produção, Manutenção e Melhoria Contínua envolvidos. Sendo assim, o propósito principal do trabalho foi o desenvolvimento e implementação do aplicativo que substitui o processo original manual, realizando a abertura, conclusão e gestão das etiquetas. Para validação da solução, o trabalho traz a realização de um teste piloto em uma planta produtiva da empresa, essa composta por duas linhas de produção: formulação e envase. A criação e desenvolvimento do aplicativo também contou com o levantamento de dados de tempo do processo, consumo de matérias e custos do processo original manual. Com isso, foi possível realizar uma comparação dos resultados obtidos com a solução proposta e o cenário anterior

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEAN MANUFACTURING

No cenário atual, empresas cada vez mais necessitam de capacidade de adaptação a mudanças, eficiência e agilidade. Sendo assim, o Lean Manufacturing é referência como uma abordagem de gestão industrial. A origem do Lean inicia-se no Japão, em um período pós-guerra e está inteiramente conectada com o Sistema Toyota de Produção (STP), este criado na década de 1950 pelos engenheiros japoneses Shigeo Shingo e Taiichi Ohno (Weszak, 2024).

O Lean Manufacturing é uma filosofia fundamentada em valores com objetivo de eliminação de desperdícios e uma produção mais flexível. A filosofia Lean é composta por diversas ferramentas, sendo as principais: Programa 5S, Quadro Kanban, Fluxo Contínuo, Poka Yoke, Jidoka, Just in Time, Manutenção Produtiva Total (TPM) e Kaizen (Pompeu; Rabaioli, 2015).

Tendo a eliminação de desperdícios como um dos principais objetivos do Lean, a filosofia classifica oito tipos de desperdícios: Movimento, Espera, Transporte, Correção, Excesso de processamento, Excesso de produção, Estoque e Conhecimento sem ligação (Dennis, 2011).

O Lean se apresenta de maneira objetiva e eficaz, buscando atender também as metas estabelecidas para a gestão de manutenção com o foco em minimização de desperdícios de tempo e custos, otimizando as operações de manutenção através da Manutenção Produtiva Total (TPM). O objetivo é realizar análises sobre a implementação da gestão de manutenção reconhecendo as ferramentas que melhores se ajustam ao ambiente de trabalho, para que possam ser aplicadas conforme o contexto da empresa (Oliveira et al., 2023).

2.2 TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A Manutenção Produtiva Total (TPM) caracteriza o lean aplicado na manutenção. A TPM é um programa de manutenção que conta em sua composição com a relação de todos os colaboradores independente de nível hierárquico dentro da empresa (Oliveira *et al.*, 2023).

A TPM pode ser caracterizada como um modelo de gestão e seu principal objetivo é buscar a melhoria contínua do sistema de produção por meio da eliminação de desperdícios, diminuindo o tempo de paradas na linha de produção e na evolução da relação entre o homem e a máquina (Resende; Dias, 2014).

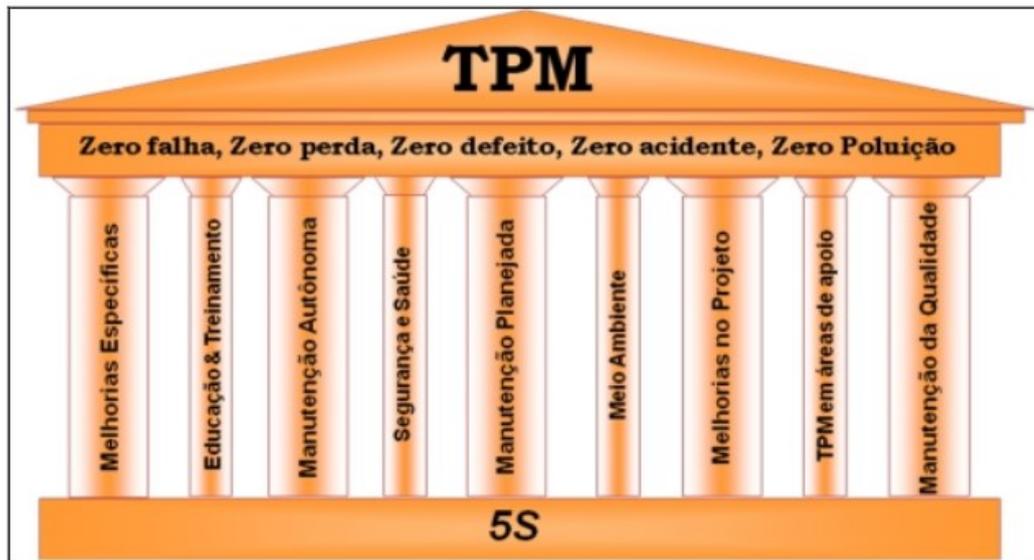
A metodologia teve sua origem e desenvolvimento por Seiichi Nakajima no Japão e busca o defeito e falha zero do equipamento, a fim de otimizar o processo produtivo das empresas (Silva, 2022). Segundo Gregório e Silveira (2018) “a TPM tem como principal objetivo a eficácia da empresa e, para isso, é preciso qualificação das pessoas e melhorias em equipamentos. Dentro da eficácia, pode-se citar algumas frentes de trabalho, como a minimização de paradas de máquinas, a maximização da utilização dos equipamentos, a diminuição de despesas operacionais, o uso de novas tecnologias, entre outros.”.

O TPM é composto por oito pilares, sendo eles:

- Saúde e segurança;
- Educação e formação;
- Manutenção Autônoma
- Manutenção programada;
- Manutenção da qualidade;
- Melhorias específicas;
- Sistema de suporte;
- Gestão da fase inicial.

Os pilares são melhores demonstrados a seguir na Figura 1, representando pelo modelo de Ribeiro (2017):

Figura 1 - Os 8 pilares da TPM



Fonte: Ribeiro (2017).

2.2.1 Manutenção Autônoma

O pilar de Manutenção Autônoma busca tornar os operadores mais capacitados, habilidosos e com maior responsabilidade sobre os equipamentos. Sendo embasado através de treinamentos direcionados a identificação de anomalias ou falhas iniciais na operação (Gregório; Silveira, 2018). Sendo assim, a base desse pilar e da metodologia é a capacitação, ou seja, o operador treinado resulta em ganho de autonomia e domínio sobre seus equipamentos, facilitando na identificação de possíveis quebras e falhas (Wyrelski, 1997).

Segundo Ribeiro (2017), o Pilar de Manutenção Autônoma desenvolve nos operadores o sentimento de zelo e propriedade sobre os equipamentos, além de evoluírem a percepção para analisar e identificar anomalias em fases iniciais e assim eles mesmos conseguem realizar os reparos e ajustes necessários para a resolução do problema.

Pinto (2019) propõe oito passos para implementação da Manutenção Autônoma, são eles:

1. Limpeza inicial;
2. Localizar fontes de sujeidade;
3. Tornar o equipamento mais fácil de limpar;
4. Padronizar as atividades de manutenção;
5. Aprender práticas de inspeção geral;
6. Conduzir a inspeção autônoma;

7. Organizar os ambientes de trabalho;
8. Iniciar a verdadeira autogestão.

Já para Ribeiro (2017) o pilar deve ser implementado através de sete passos. Sendo eles:

1. Limpeza inicial;
2. Combate às fontes de sujeira e contaminação e locais de difícil acesso;
3. Elaboração de padrões de limpeza e lubrificação;
4. Inspeção geral;
5. Inspeção autônoma;
6. Sistematização;
7. Autocontrole;

Nota-se que as teorias dos dois autores mencionados anteriormente divergem na definição da estrutura em passos para implementação do Pilar de Manutenção Autônoma. Embora a quantidade de passos seja diferente, analisando as duas definições com base na mesma ideia do começo ao fim da implementação, onde os modelos se iniciam se baseando em limpeza e inspeção dos equipamentos e finalizam em uma etapa com objetivo de autonomia e autocontrole.

2.2.2 Limpeza e Inspeção

A Manutenção Autônoma a princípio se resume em atividades que buscam impedir a degradação do maquinário por meio da limpeza, lubrificação e aperto de componentes como parafusos e porcas (Ribeiro, 2017).

A etapa inicial do pilar é a limpeza e inspeção. Essa etapa busca a conscientização dos operadores em que equipamentos sujos e com óleos impregnados, vazamento de produtos e componentes soltos resultam em mal funcionamento, desajustes e até em condições inseguras de trabalho (Ribeiro, 2017).

A etapa de limpeza inicial almeja que os colaboradores consigam enxergar, sentir e ouvir possíveis problemas nos equipamentos e posteriormente conseguirem resolver (Pinto, 2019). O direcionamento para os operadores na ação de limpeza é encontrar todos tipos de anomalias e até os defeitos como corrosões, trincados, fadigas, estes considerados “defeitos

invisíveis” e nessa ação de encontrar problemas, uma técnica utilizada é a etiquetagem do equipamento que evidencia a identificação da anomalia (Ribeiro, 2017).

2.2.3 Etiquetas

As Etiquetas TPM são utilizadas para evidenciar uma anomalia e geralmente são feitas em duas cores (Azul e Vermelha) que sinalizam o setor responsável por resolver o problema identificado. Sendo, a etiqueta Azul para o setor de Produção e Vermelha para Manutenção (Ribeiro, 2017). Segue o exemplo das etiquetas na Figura 2:

Figura 2 – Etiquetas TPM

The image shows two TPM (Total Productive Maintenance) tags. The red tag is for Maintenance and the blue tag is for Production. Both tags have the following fields:

- EMPRESA** (Company)
- Etiqueta No.** (Tag No.)
- Prioridade** (Priority) with options A, B, C
- ANOMALIA DETECTADA** (Anomaly Detected)
- Equipamento** (Equipment)
- Local** (Location)
- Encontrada por** (Found by)
- Data** (Date)
- DESCRIÇÃO DA ANOMALIA** (Description of the anomaly)
- Tempo estimado para reparo** (Estimated repair time) in hours
- COLOQUE ESTA ETIQUETA NO EQUIPAMENTO** (Place this tag on the equipment)

Fonte: Ferreira (2018).

Essa ferramenta visa detectar irregularidades no equipamento que possam resultar em um defeito, seja uma deterioração, local de difícil acesso para limpeza, alto gasto de tempo em setup, local com risco de acidente, entre outras irregularidades (Bormio; Fortunato, 2006).

As Etiquetas Vermelhas são empregadas para problemas que os operadores ainda não têm o conhecimento necessário para estarem resolvendo, ou seja, essas anomalias são direcionadas exclusivamente para os mantenedores. Portanto, as Etiquetas de cor azul entram no contexto que os operadores estejam capacitados suficientemente para estarem resolvendo a anomalia identificada. Como o TPM é uma metodologia que se evolui a partir de etapas e depende do avanço do conhecimento dos colaboradores, o início da utilização das etiquetas

tem característica de um alto volume de Etiquetas Vermelhas e com o avanço da metodologia o cenário se converte para predominância das Etiquetas Azuis (Tonielo, 2004).

2.3 INDÚSTRIA 4.0

O início do século XXI é marcado pela integração entre sistemas, a captação de dados e ações de decisão realizadas de forma ao vivo. Nesse período se constituiu uma revolução na indústria, sendo ela denominada como Indústria 4.0. Sendo caracterizada por meio de desenvolvimento de conectividade, automação e integração de tecnologias. A quarta evolução industrial busca a integração de tecnologias para aprimorar eficiência e inovação dos processos produtivos, realizando a comunicação e colaboração entre pessoas, máquinas e sistemas (Silva, 2024).

A Indústria 4.0 pode ser caracterizada como um agrupamento de modelos de negócios relacionados ao aumento da digitalização de processos e pela integração e conexão de produtos. É direcionada pela colaboração de redes na manufatura, denominadas como *smart production*, além de redes de dispositivos que tem computadores no controle, realizando a combinação do ambiente digital com o físico, tornando o ambiente uma fábrica inteligente. Com isso, a produtividade é aumentada, interferência externas são dominadas e se aprimora a comunicação entre as máquinas, pessoas e recursos (Monteiro; Morais, 2019).

2.3.1 Digitalização de processos na Indústria 4.0

A digitalização de processos pode ser definida como a implementação de ferramentas tecnológicas, soluções e sistemas que auxiliam na automatização de tarefas manuais, aumentando a eficiência, produção e qualidade em processos de empresas (Sebrae, 2023).

Lima e Gomes (2020) ressaltam a importância da digitalização na Indústria 4.0, onde se tem a produção com uma evolução nos meios de fornecimento de informações para as tomadas de decisões, ou seja, dados são coletados, salvos e processados de forma virtual, resultando na possibilidade de uma visualização, controle e a tomada de decisão ao vivo, no chão de fábrica.

2.4 MICROSOFT POWER APPS

O *Microsoft Power Apps* é definido como um conjunto de aplicativos, serviços e conectores, além de ser uma plataforma propícia para o desenvolvimento ágil de aplicativos personalizados. A ferramenta possibilita desenvolver com agilidade os aplicativos integrando com as plataformas de dados da *Microsoft*, como o *Excel*, *Lists*, *Sharepoint*, entre outras. Os aplicativos criados com a ferramenta transformam operações manuais em processos digitais e automatizados, além de contar com uma estrutura visual que se adapta a qualquer tipo de aplicação, resultando na possibilidade via Navegador (Web), Celulares e *Tablets*. Sendo assim, o *Power Apps* cria uma experiência de desenvolvimento democrática para os usuários em que a criação pode ser feita totalmente personalizada, rica em funcionalidades e sem necessidade de programação em código (*Microsoft*, 2024).

O *Power Apps* é caracterizado como uma ferramenta de baixo código, também denominado como *low-code*. Esse tipo de linguagem possibilita qualquer pessoa realizar o desenvolvimento de aplicativos facilitando a transformação digital nas empresas. O *low-code* simplifica o processo de desenvolvimento não tendo a necessidade de especialidade em programação por parte dos usuários da ferramenta (*Microsoft*, 2024).

Segundo Karmali (2019) “plataformas de desenvolvimento low-code permitem a criação de aplicações de negócio com entrega contínua e rápida ao cliente e com o mínimo de programação, através de interfaces gráficas e componentes direcionados para as mesmas”.

O mercado de plataformas low code já apresenta algumas opções de fornecedoras, tendo as empresas *Microsoft*, *OutSystems*, *Mendix*, *Kony* e *Salesforce* com as líderes do setor, como demonstrado pelo ranking na Figura 3:

Figura 3 – Ranking das plataformas low-code



Fonte: Autor (2024).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa presente neste trabalho no ponto de vista dos seus objetivos tem caráter de uma pesquisa descritiva com abordagens do problema na forma qualitativa e quantitativa. Em relação ao ponto de vista dos procedimentos técnicos, o trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso envolvendo um estudo detalhado e focado no tema proposto.

Segundo Silva e Menezes (2001, p. 21) a pesquisa descritiva “visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática.

O estudo de caso tem característica da validade de resultados específicos delimitados ao caso estudado, ou seja, não se deve expandir os resultados encontrados a outro tipo de cenário. Porém, o estudo de caso pode servir como um direcionador de hipóteses para a realização de outros trabalhos através das suas informações em um caso específico (Triviños, 1987).

3.2 Procedimentos metodológicos

O objetivo desse trabalho foi desenvolver e implementar um aplicativo para realização da abertura, conclusão e gestão de Etiquetas TPM, almejando a eliminação de movimentações físicas desnecessárias, alto consumo de tempo, custos e dificuldade de comunicação entre os setores envolvidos no processo. O trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

- Caracterização da empresa, detalhamento e mapeamentos dos processos;
- Levantamento de dados e problemática;
- Brainstorming com a operação;
- Desenvolvimento e aplicação do Aplicativo;
- Feedback e análise dos resultados.

Na primeira etapa foram levantadas informações detalhadas sobre a empresa e o seu modelo de negócio. O levantamento foi feito por meio de coleta e observação de dados de documentos próprios da empresa. Posteriormente o detalhamento seguiu para o caso estudado,

ou seja, como a empresa processava o seu fluxo de Etiquetas TPM. Nesse ponto foi feito o mapeamento e modelagem dos processos que envolviam o fluxo de etiquetas, seguindo o padrão de modelagem BPMN e utilizando o software Bizagi Modeler.

Com a base do trabalho estruturada, o mesmo seguiu com objetivo de aprofundar a análise do processo. Na etapa 2 foi feito um levantamento quantitativo de dados, analisando os custos de materiais que o processo gerava e os tempos que os colaboradores levavam nas atividades. A análise dos custos foi feita através do levantamento dos pedidos de compras das etiquetas nos últimos três anos somados com o custo dos demais materiais utilizados no processo, os tempos padrões dos processos foram obtidos como resultado de uma cronoanálise dos processos com uma amostragem de cinco coletas.

Após o levantamento desses dados quantitativos, foi realizado um Brainstorming com os colaboradores envolvidos no processo. A atividade foi realizada por meio de trabalho em equipe e buscava levantar pontos negativos e possíveis melhorias do fluxo de etiquetas. Tendo todas essas informações e análises concluídas foi possível implementar o aplicativo desenvolvido através da ferramenta *Microsoft Power Apps*. A implementação seguiu um escopo com base em capacitação e validação por meio de um teste piloto em uma das plantas produtivas da empresa. Por fim, foi criada e coletada uma pesquisa de *feedback* dos usuários do aplicativo com objetivo de captar o resultado de performance da ferramenta e pontos de melhoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da empresa

A empresa do presente estudo é uma indústria agroquímica de defensivos agrícolas com atuação internacional fundada em 1969, tendo mercado em 138 países e considerada uma das líderes globais do setor. No contexto brasileiro, a empresa tem seu portfólio composto por dez tipos de produtos, sendo eles: Herbicidas, Fungicidas, Regulador de Crescimento de Plantas, Inseticidas, Biológicos, Tratamento de Sementes, Espalhante Adesivo, Condicionador do Solo, Acaricida e Inseticida Microbiológico. Dentre essas classificações, o portfólio no Brasil é constituído por aproximadamente 70 produtos com características tanto de base química, quanto biológica.

O mercado que a empresa está inserida atende o fornecimento desses defensivos agrícolas para diversos tipos de culturas no agronegócio brasileiro, como: cana-de-açúcar, soja, milho, arroz, café, citros, algodão, pecuária, etc.

A estrutura da empresa no Brasil é composta por duas unidades industriais, um centro de P&D e uma estação de experimentação, instaladas no estado de São Paulo. Na área comercial a empresa contém centros de distribuição e pontos de venda em todas as regiões do país. Em termos financeiros a empresa teve um faturamento no Brasil de R\$8,5 bilhões no ano de 2023.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

O ambiente da aplicação do trabalho foi uma das unidades industriais da empresa. A unidade tem sua estrutura de produção fabril dividida em quatro fábricas, sendo essas fábricas compostas por uma linha de formulação e uma linha de envase. Assim, a fábrica é dividida em dois processos, o primeiro o de Formulação em que diversas matérias primas são agrupadas e processadas quimicamente para chegar no produto final formulado e com isso é liberada para a linha de envase, onde o produto é envasado na embalagem e recebe todas os componentes para se chegar no produto final.

A empresa contém como uma das suas ferramentas da metodologia TPM, as etiquetas para anomalias. O setor responsável por gerir esse processo é o de Melhoria Contínua junto com a participação dos setores de Produção e Manutenção. O processo presente na empresa segue o modo original do TPM, onde no ato de limpeza e inspeção dos equipamentos os colaboradores são capacitados e direcionados a identificar problemas que possam causar falhas e paradas na linha de produção, seguindo com a abertura de etiquetas azuis ou vermelhas que identificam a anomalia e posteriormente o processo segue para a resolução. Confirmando a teoria de aplicação das etiquetas de Ribeiro (2017).

Sendo assim, o processo de abertura das etiquetas por parte dos operadores era realizado de forma totalmente manual. O operador após identificar uma anomalia no equipamento pegava a 1ª via da Etiqueta e realizava o preenchimento com os seguintes campos de informações: Passo do TPM na fábrica, Data, Nome, Fábrica, Local de Inconveniência, Classificação de Prioridade (A, B e C) e a descrição do problema encontrado, como demonstrado nos exemplos pelas Figuras 4 e 5:

Figura 4 – Etiqueta Azul

Fonte: Autor (2024).

Figura 5 – Etiqueta Vermelha

Fonte: Autor (2024).

Com a 1ª via preenchida, a etiqueta era colada em um dos cadernos fixados abaixo do quadro de gestão visual da fábrica, esse processo era separado de acordo com a cor da etiqueta

e com a linha de processo da fábrica. Com isso, cada fábrica tinha disponível quatro cadernos, sendo dois cadernos para linha de Formulação (Etiqueta Azul e Vermelha) e dois cadernos para linha de Envase (Etiqueta Azul e Vermelha). Os cadernos estão ilustrados pela Figura 6:

Figura 6 – Cadernos TPM



Fonte: Autor (2024).

O preenchimento das etiquetas era feito de forma manual pelos operadores e colados nos cadernos através de colas bastão. Com isso, o fornecimento de dados não tinha um padrão e a visualização dessas informações dependia muito do fator de escrita manual de cada operador como demonstrado pela Figura 7:

Figura 7 – Preenchimento das etiquetas

OPERAÇÃO N° DA ETIQUETA	
ETAPAS: <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7	153
Fábrica: _____	
Local da Inconveniência: _____	
Colocada por: _____	
Data: 17/4/24	Prioridade: <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
QUAL O PROBLEMA OCORRIDO (ANOMALIA)?	
CISTANITA DA RECEBIDORA MANTENIDA NO LOCAL DA BOMBONA	
Por que Ocorreu? SENSOR DE LEITURA DA BOMBONA FORA DE POSIÇÃO	
Ação: FOI FEITO AJUSTE NO SENSOR	
Executado por: _____	
17/4/24	<input type="checkbox"/> Manutenção
	<input checked="" type="checkbox"/> Operador
Aprovado por: _____	
17/4/24	<input checked="" type="checkbox"/> Produção
	<input type="checkbox"/> Lider

1ª Via: Quadro/Acrílico
2ª Via: Caderno

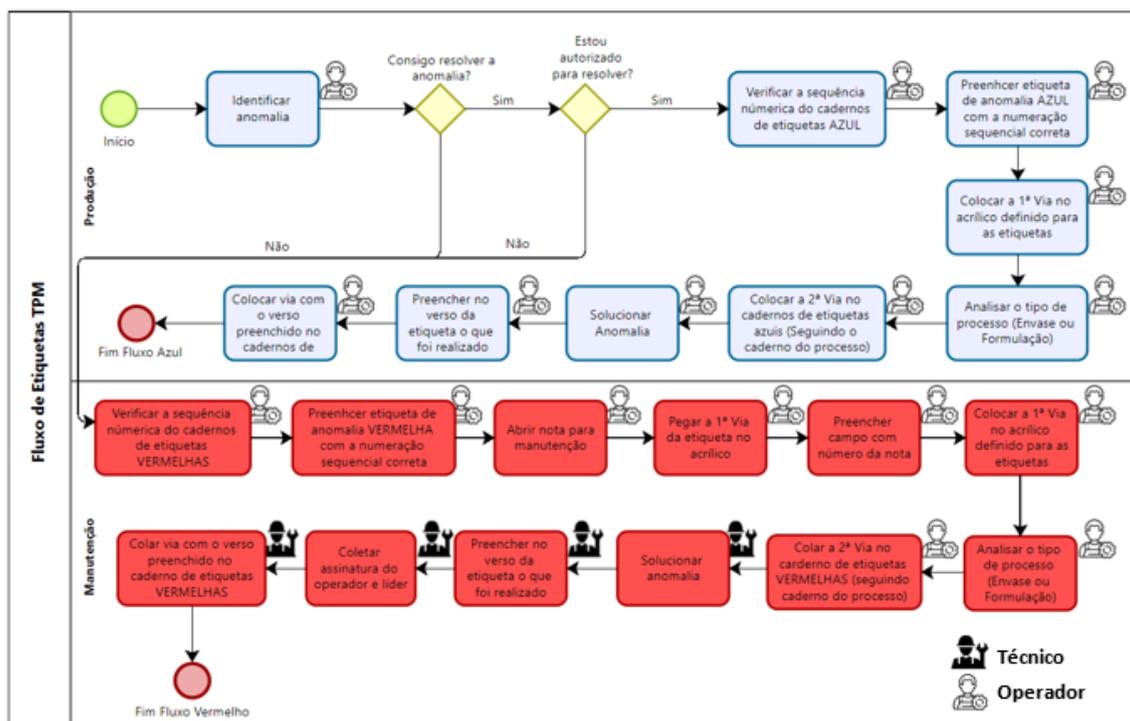
Fonte: Autor (2024).

Tendo a etiqueta aberta (1ª via preenchida com o registro da anomalia identificada), o processo se dividia em duas partes, pois a resolução da Etiqueta Azul ficava de responsabilidade de resolução para o próprio operador e a responsabilidade da Etiqueta Vermelha se transferia para os técnicos de manutenção estarem resolvendo. Além desses processos entre os operadores e os técnicos de manutenção, as etiquetas também geram processos relacionados aos times administrativos da Manutenção e Melhoria Contínua, estes ficam responsáveis por coletar os cadernos, transcrever as etiquetas em um banco de dados e dar suporte para a operação. Todos esses processos podem ser melhor visualizados a seguir no capítulo 4.3.

4.3 Mapeamento de processos

A fim de melhor visualização de como ocorriam os processos relacionados às etiquetas, o trabalho contou com a ação de mapeamento e modelagem dos processos. Após ter todo o mapeamento dos processos, o fluxograma foi modelado através da ferramenta *Bizagi Modeler* que trouxe um detalhamento e melhor visualização de como ocorria o fluxo. A Figura 8 a seguir está demonstrado o fluxograma referente aos processos envolvendo os operadores e técnicos de manutenção:

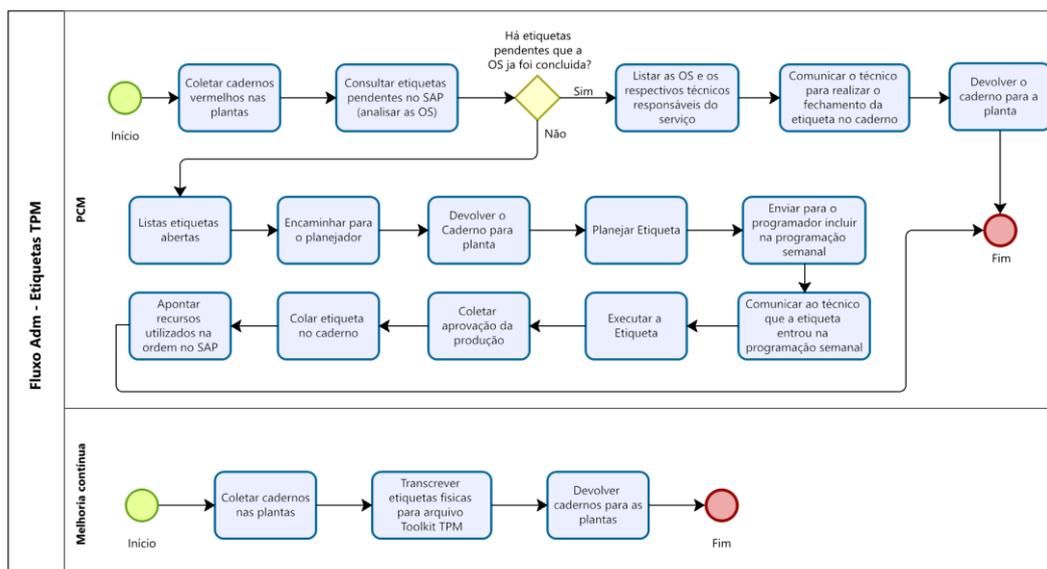
Figura 8 – Fluxograma Etiquetas TPM



Fonte: Autor (2024).

Nota-se que é um fluxo extenso e com processos totalmente manuais que acabam gerando um alto gasto de tempo dos colaboradores. O fluxo se iniciava a partir do momento em que o operador identificava uma anomalia na linha de produção. Com a anomalia identificada o operador analisava e decidia em qual tipo de etiqueta iria seguir, onde caso o próprio operador estivesse apto e autorizado para realizar a manutenção, o processo seguia com a abertura da Etiqueta Azul. Se uma das respostas da análise de decisão fosse negativa o fluxo seguia para o processo de abertura da Etiqueta Vermelha. Após a tomada de decisão e abertura da etiqueta, o fluxo seguia com os processos similares independentemente do tipo da etiqueta, o operador verificava a sequência numérica da etiqueta no caderno e com isso ele preenchia a etiqueta com informações sobre a anomalia identificada, armazenava a primeira via da etiqueta no acrílico e colava a segunda via da etiqueta no caderno de acordo com o tipo de processo da linha, formulação ou envase. Tendo apenas uma diferença nos processos de abertura em relação ao tipo de etiqueta, sendo que na Etiqueta Vermelha era realizado a criação de uma ordem de serviço por parte do operador no sistema SAP, esta que registrava a solicitação de serviço para o setor de Manutenção. O fluxo seguia com os processos para finalização da etiqueta, sendo que na Etiqueta Azul o operador realizava a ação de manutenção e na Vermelha os técnicos de manutenção eram responsáveis, tendo a anomalia solucionada o responsável realizava o preenchimento do verso da etiqueta e colava a conclusão no caderno, finalizando o fluxo. Complementando esse fluxo principal, as etiquetas também contam com outros processos paralelos que seguem na Figura 9:

Figura 9 – Fluxograma Adm Etiquetas TPM



Fonte: Autor (2024).

O fluxograma demonstrado na Figura 9 ilustra os processos dos setores de Melhoria Contínua (MC) e Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Semanalmente o setor de MC após ter os cadernos em mãos atualizava uma planilha em Excel que continha o controle das etiquetas. O processo era realizado manualmente por meio da leitura das etiquetas nos cadernos e preenchimentos dos dados na planilha. O setor de PCM era responsável por consultar as ordens de manutenção (OS) das etiquetas vermelhas no sistema SAP para verificar se a atividade já tinha sido realizada, caso o resultado fosse afirmativo, o processo seguia para o técnico responsável concluir a etiqueta no caderno, e se fosse negativo a atividade entrava no planejamento da semana e era repassado para um técnico responsável estar seguindo com a resolução.

4.4 Levantamento de dados

4.4.1 Tempos do processo

Diante desse cenário era de ciência dos setores que esses processos apresentados eram lentos e resultavam em um alto gasto de tempo dos colaboradores envolvidos. Sendo assim, o trabalho seguiu para a realização de uma cronoanálise dos processos do fluxograma da Figura 9, este que era realizado semanalmente. A ação foi realizada a partir de um acompanhamento *in loco* dos processos e medição por meio de um cronômetro. A medição foi realizada durante cinco semanas seguidas, resultando em cinco amostras para se chegar no resultado final. Os tempos coletados na análise seguem apresentados pela Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Tempos do Fluxo Administrativo

Processos	Tempos (min)					
	T1	T2	T3	T4	T5	Média
Coletar cadernos vermelhos	28	29	29,5	30,5	32	29,8
Coletar cadernos azuis	29	29,5	29	30	31	29,7
Analisar as etiquetas em andamento	58	67	65	55	56	60,2
Encaminhar os cadernos vermelhos para o time de Melhoria Contínua	5	5	4,5	5,5	5	5
Transcrever dados das etiquetas para Planilha Excel	56	60	64	61	60	60,2
Devolver cadernos para as plantas	30	32	29	30	29	30

Fonte: Autor (2024).

Com os tempos coletados foi confirmado a opinião dos envolvidos, onde em processos que não geram valor diretamente na metodologia, eram consumidos 214,9 minutos, ou seja, aproximadamente 3h e 35 min por semana dos colaboradores. Realizando uma análise mensal e anual, o processo consumia respectivamente cerca de 14h20 min e 172 horas.

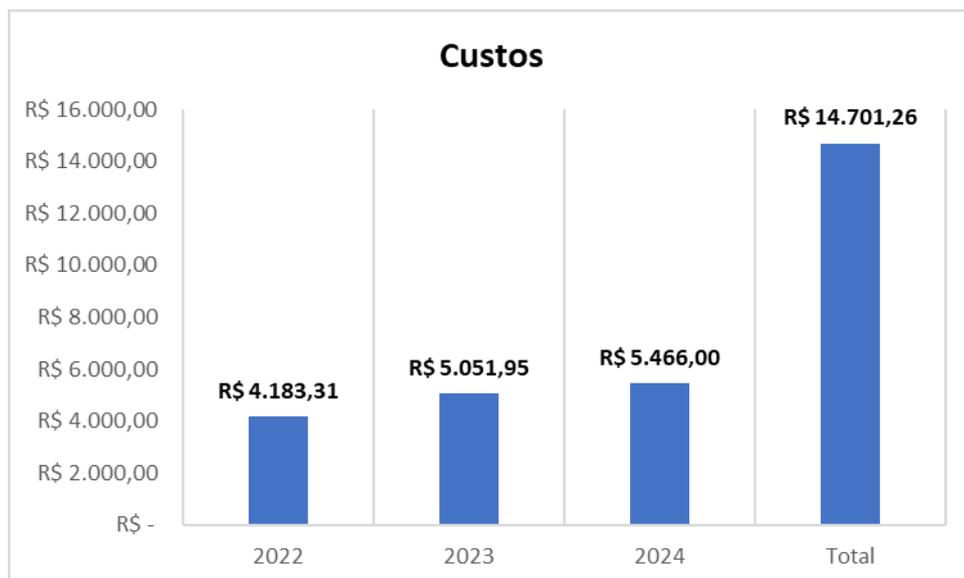
4.4.2 Custos com o processo

As Etiquetas TPM apesar de parecerem uma ferramenta bem simples para ser o realizado a abertura e conclusão das mesmas, onde o processo é composto por meio de uso de etiquetas em papel, cadernos e cola, resultava em um custo para a empresa com algo que era físico e gerador de resíduos. Sendo assim, foram levantados os dados de custo por meio de uma análise do histórico de compras da empresa e o consumo de dois anos anteriores ao trabalho, além da projeção do ano atual. Levantaram-se os preços de cada material, sendo:

- Etiqueta (unidade): R\$2,14
- A4 e Impressão (Folhas dos cadernos): R\$0,10
- Cola bastão (unidade): R\$ 10,50

A análise resultou nos seguintes números apresentados no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Custos com materiais



Fonte: Autor (2024).

Portanto, um processo com materiais simples custava cerca de R\$5000,00 por ano para a empresa. Sendo assim, após uma análise mais detalhada dos processos e o resultado de gasto de tempo e custo que eles geraram, a ideia de digitalizar esse processo ficou mais embasada e necessária para a continuidade das ações da metodologia TPM da empresa.

4.5 Brainstorming com a operação

A fim de entender mais a fundo sobre os pontos negativos do processo estudado foi realizada uma dinâmica de *Brainstorming* com os envolvidos no processo, sendo os operadores, técnicos de manutenção e colaboradores dos setores de MC e PCM. A ação foi bem simples e realizada em grupos aleatórios. O objetivo era levantar as opiniões sobre dois principais pontos: pontos negativos do fluxo atual manual e ideia de melhoria para o processo. A atividade contou com a participação de cerca de 50 colaboradores de 3 turnos diferentes. As opiniões obtidas foram similares, com isso foi realizado um filtro e exclusão de duplicidade, e pontos negativos levantados foram os seguintes:

- O processo demanda de muito tempo para ser realizado;
- As etiquetas acabam estragando e se perdendo na planta;
- A comunicação entre operação e técnicos é complicada;
- A leitura do preenchimento não é totalmente assertiva;
- Somente com o preenchimento das informações não é tão claro identificar o problema.

Em relação ao ponto de ideia de melhoria para o processo, muitas das opiniões abordaram a mesma questão, um processo digital seria interessante e eficiente a todos envolvidos, com isso foi sugerido a implementação de um Aplicativo, criação de um formulário, utilizar o WhatsApp, entre outras ideias que abordavam uma solução digital. Diante deste cenário, o trabalho seguiu com a criação de um aplicativo utilizando a ferramenta *Microsoft Power Apps*. Esta que a empresa já contava dentre suas ferramentas e com o plano *premium*, sem limitação de uso. Sendo assim, o trabalho não necessitou de novos investimentos.

4.6 Aplicativo Etiquetas TPM

4.6.1 Fase inicial do desenvolvimento

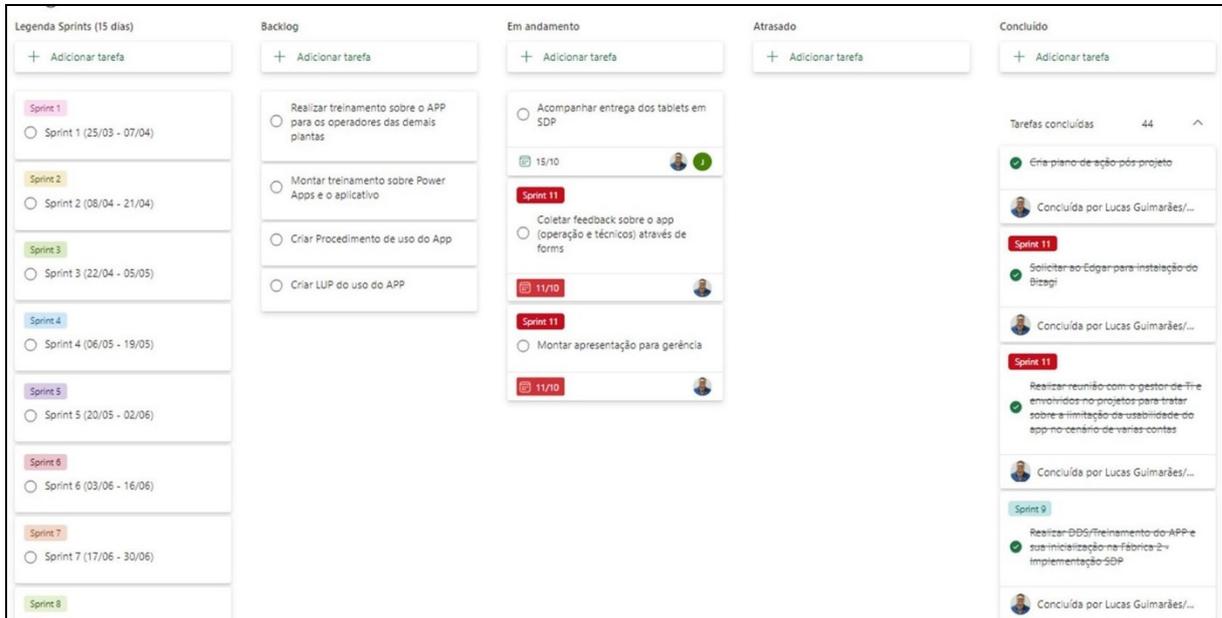
A criação do aplicativo teve seu início após todo o levantamento de pontos negativos do processo, consumo de tempo e custos, Brainstorming com colaboradores envolvidos e finalizado com uma apresentação e aprovação da ideia por parte dos líderes da fábrica.

O desenvolvimento teve início na data de 25/03/2024 e conclusão em 10/10/2024, sendo iniciado com a estruturação de uma base para o projeto. Para melhor direcionamento foi listado um Backlog Inicial que continha objetivos e tarefas chaves para ser criado o aplicativo, sendo:

- Criar plano de ação Kanban;
- Definir Backlog Inicial;
- Criar base dados para as etiquetas lançadas no app;
- Criar planilha com informações fixas do aplicativo;
- Tela inicial para direcionar as 2 unidades fabris da empresa;
- Telas para abrir etiquetas azuis e vermelha;
- Tela central contendo as etiquetas abertas e concluídas;
- Tela de conclusão das etiquetas;
- Função de tirar foto das anomalias e soluções.

Após a definição das atividades chaves que o projeto precisaria, o próximo passo foi montar um quadro kanban para ser realizado a gestão das ações do projeto. O quadro Kanban foi construído através da ferramenta Microsoft Planner e era composto por quatro classificações de status das ações: Ações Em Andamento, Ações Atrasadas, Ações Concluídas e Backlog. O quadro Kanban é melhor demonstrado na Figura 10 abaixo:

Figura 10 – Quadro Kanban de Ações



Fonte: Autor (2024).

O quadro Kanban foi utilizado para ter uma melhor visualização das atividades e controle das responsabilidades e prazos. O modelo criado fazia que com o decorrer do projeto cada nova ação e melhoria do aplicativo fosse inserida no Backlog, e posteriormente a ação fosse planejada para ser executada, com isso o projeto ganhou flexibilidade e mudanças necessárias eram fáceis de serem executadas.

4.6.2. Aplicativo

O aplicativo teve seu desenvolvimento através da ferramenta *Power Apps*, mas a sua estrutura contou com outras ferramentas para deixar a solução mais completa e eficiente. O aplicativo contou uma planilha em Excel com dados de fornecimento fixos para o aplicativo, os dados seguiam os seguintes tópicos: Nome das unidades industriais, nome das plantas das unidades, nome dos operadores e código dos colaboradores, essa utilização buscou facilitar o usuário no preenchimento de dados, facilitando a sua ação em somente escolher entre os dados já listados. O *app* também contou com uma Lista através da *Microsoft Lists* que de acordo com a fornecedora da ferramenta, Microsoft (2024), as Listas da Microsoft é um aplicativo inteligente, simples e flexível que auxilia no acompanhamento de dados e organização do ambiente de trabalho. A lista teve funcionalidade para armazenar os dados

lançados dentro do aplicativo, onde os dados seguem um armazenamento e visualização melhor que em uma planilha, como demonstrado na Figura 11:

Figura 11 – Lista de dados do Aplicativo

Código d...	Turno	Responsá...	Código d...	Turno (1,2...)	Qual o pr...	Prioridade	Data Prazo	Data da E...	Por que o...	Ação reali...	Status	Anexo	Anexo So...
2			2			A	8/2/2024	9/11/2024	Sensor com falha na leitura devido a um curto.	Foi realizado a substituição do sensor.	Concluído		
3			3			A	8/5/2024	7/29/2024	Tempo de atraso muito alto e borracha do cabeçote solta.	Foi ajustado o atraso e colocado a borracha do cabeçote no lugar.	Concluído		
3			3			A	8/5/2024	7/29/2024	Erro no plc	Foi realizado reset no PLC e troca da bateria	Concluído		
3			3			A	8/5/2024	7/29/2024	Parâmetros de tempo errado	Foi colocado parâmetros certos	Concluído		
3			3			B	8/29/2024	7/30/2024	Máquina de emissão muito baixa fazendo com que os bicos sujem na entrada da mesma.	Subida da máquina para que os bicos não encostem no bocal das bombonas	Concluído		

Fonte: Autor (2024).

O aplicativo completo teve composição de treze telas, onde o mesmo foi dividido em sua primeira tela para direcionamento de qual unidade industrial o usuário gostaria de seguir. Como demonstrado na Figura 12:

Figura 12 – Tela Inicial



Fonte: Autor (2024).

A partir dessa escolha na Tela Inicial, o usuário teria disponível pela frente cerca de 6 telas com funcionalidades diferentes, sendo a segunda tela composta por três botões: Etiqueta Azul (Seguia para abertura de uma etiqueta azul), Etiqueta Vermelha (Seguia para abertura de uma etiqueta Vermelha) e Controle (Seguia para uma tela de gestão com todas as etiquetas abertas e concluídas). Segue a 2ª tela na Figura 13:

Figura 13 – 2ª Tela



Fonte: Autor (2024).

Os botões Etiqueta Azul e Etiqueta Vermelha seguem com um mesmo objetivo, realizar a abertura da etiqueta, mantendo a estrutura da tela seguinte praticamente iguais. A única diferença é que a tela da Etiqueta Vermelha possui um campo a mais relacionada a Ordem de Manutenção. A tela seguinte pode ser melhor demonstrada na Figura 14:

Figura 14 – Tela de Abertura da Etiqueta

Fonte: Autor (2024).

Essa tela tem sua composição basicamente como um formulário, onde se tem diversos campos de perguntas em que o usuário precisava realizar o preenchimento e posteriormente lançar a etiqueta no símbolo de flecha no canto superior da tela. Tanto na tela Etiqueta Vermelha, quanto a Tela Etiqueta Azul buscou-se o máximo de similaridade com as etiquetas físicas utilizadas pelos colaboradores, a fim de se manter a aparência visual com as quais já estavam familiarizados. A similaridade entre as etiquetas físicas e digitais podem ser melhores vistas na Figura 15:

Figura 15 – Etiqueta Física x Etiqueta Virtual

Fonte: Autor (2024).

Outra tela importante do aplicativo é a Tela de Controle mencionada na Figura 13, ela é composta por todos os dados lançados nas telas das Etiquetas (azul e vermelha). Assim, ela funciona como um meio para visualização do banco de dados de forma resumida e com botões para dar seguimento em outras ações, como: Visualizar a etiqueta por completo, realizar a conclusão (simulando a 2ª via) e visualizar a imagem de evidência da anomalia. A Tela de Controle está representada pela Figura 16:

Figura 16 – Tela de Controle

The screenshot shows the 'Controle Etiquetas' interface. At the top, there are navigation icons (back and home) and the title 'Controle Etiquetas'. Below the title, there are filter fields: 'Data Inicial' (1 de janeiro de), 'Data Final' (4 de novembro), 'Tipo Etiqueta' (dropdown), and 'Status' (dropdown). Below these are 'Site' (Ituverava), 'Fábrica' (dropdown), and 'Nome' (dropdown). A yellow box on the right displays 'Total de Etiquetas: 100'. The main area contains a list of tags with columns for 'Fábrica: SC', 'Equipamento', 'Data de Criação', 'Prazo', 'Status', 'Prioridade', and 'Nº'. Each tag has a small image icon, a checkmark, and buttons for 'Finalizar Etiqueta' and 'Exibir Etiqueta'.

Fábrica: SC	Equipamento	Data de Criação	Prazo	Status	Prioridade	Nº
Manutenção: Mecânica	DP 1401	17 de julho de 2024	16 de agosto de 2024	Em andamento	B	0082
Manutenção: Mecânica	MORINHO LM200	17 de julho de 2024	16 de agosto de 2024	Em andamento	B	0083
Manutenção: Elétrica	Rotuladora	17 de julho de 2024	24 de julho de 2024	Concluído	A	0084
Manutenção: Mecânica	Tubulação de h2o de agua da lava	18 de julho de 2024	23 de julho de 2024	Concluído	A	0085
Manutenção: Mecânica	Climatizador do envase	18 de julho de 2024	23 de julho de 2024	Concluído	A	0086
Manutenção: Mecânica	TF1403 e TF1404	22 de julho de 2024	20 de setembro de 2024	Concluído	C	0087

Fonte: Autor (2024).

Nota-se que a Tela de Controle é repleta de funcionalidades com campos de filtros para realizar essas ações, onde possibilita filtrar as seguintes informações: Data de Início e Fim, Tipo de Etiqueta, Status da Etiqueta, Planta da Etiqueta e Nome do Operador. Estes Filtros podem ser melhor vistos na Figura 17:

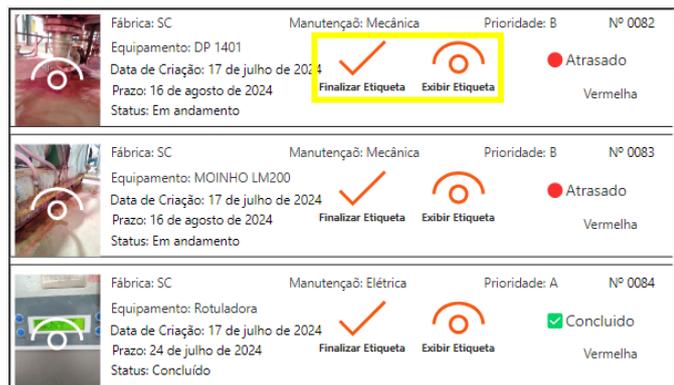
Figura 17 – Filtros da Tela de Controle

This screenshot shows the filter section of the 'Controle Etiquetas' interface. It includes the same navigation and title as Figure 16. The filter fields are: 'Data Inicial' (1 de janeiro de), 'Data Final' (4 de novembro), 'Tipo Etiqueta' (dropdown), and 'Status' (dropdown). Below these are 'Site' (Ituverava), 'Fábrica' (dropdown), and 'Nome' (dropdown). A yellow box on the right displays 'Total de Etiquetas: 100'.

Fonte: Autor (2024).

A função principal da Tela de Controle está nos campos das etiquetas. Estes são basicamente um resumo das etiquetas que foram lançadas no sistema e cada campo dentro da forma retangular são os dados mais importante para uma primeira visualização, tendo informações como: Equipamento, Tipo da Etiqueta, Data de Abertura, Data Prazo, Status (Em andamento, Concluído ou Atrasado), entre outras informações. Sendo assim, a tela de controle tem diversas funcionalidades e a função filtro fica conectada diretamente com a base de dados. Dessa forma, o usuário consegue filtrar e a tela atualiza automaticamente de acordo com o filtro. Por fim, cada campo de etiqueta é composto por dois botões (Finalizar Etiqueta e Visualizar Etiqueta), em que as ações de ambos seguem literalmente os nomes. A Figura 18 ilustra os campos das etiquetas e os botões com funcionalidades, estes demarcados com as tarjas em amarelo.

Figura 18 – Campos de Etiquetas na Tela de Controle



Fonte: Autor (2024).

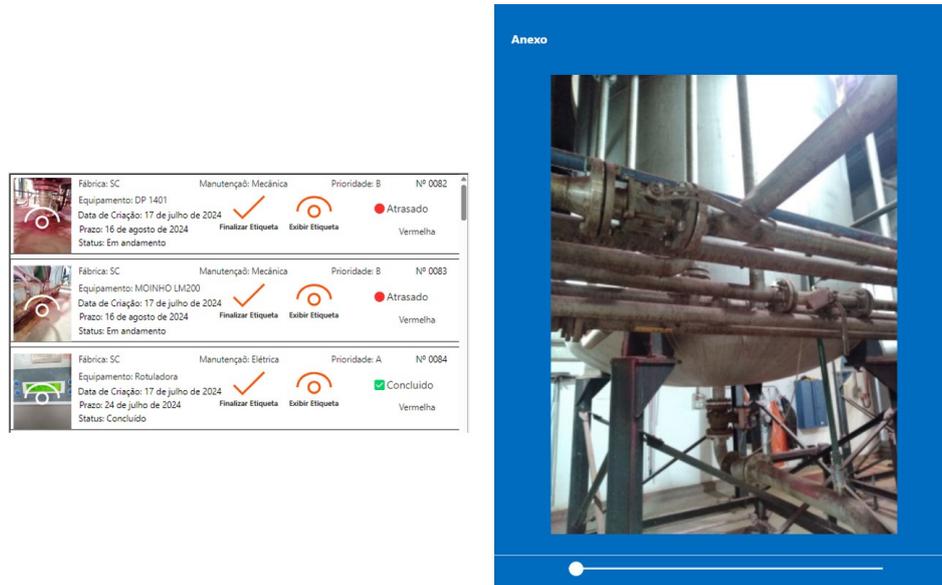
O botão Exibir Etiquetas direciona o usuário para uma tela de visualização, ou seja, a tela não tem opção de editar ou preencher dados, somente possibilita a visualização dos dados preenchidos da etiqueta independente do status de em andamento ou concluída. E o botão Finalizar Etiqueta faz direcionamento para uma outra tela, essa simula a 2ª Via da Etiqueta física e tem objetivo de trazer algumas informações chaves para que o responsável da atividade tenha essa visualização e realize o preenchimento da execução. As duas telas estão demonstradas seguir pela Figura 19:

Figura 19 – Telas de Visualização e Conclusão

Fonte: Autor (2024).

Um diferencial e ponto positivo do uso da tecnologia no processo é referente a ação de evidenciar com imagens as anomalias identificadas na abertura das etiquetas e na resolução das manutenções. A construção do aplicativo teve esse ponto como um dos principais objetivos. Sendo assim, o aplicativo tem a presença das imagens desde o processo de abertura, onde o usuário evidência a anomalia através do campo de anexo como demonstrado na Figura 14 e as telas posteriores (Tela de Controle, Tela de Visualização e Tela de Conclusão) trazem a possibilidade de visualizar essa imagem. Além disso, na Tela de Conclusão o responsável pela atividade deve evidenciar a atividade também. Como essa função traz muitos benefícios, o aplicativo também tem em uma das suas funções, uma tela específica para visualizar somente a imagem e nela o usuário consegue dar um *zoom*, ou seja, dimensionar a imagem para visualizar detalhes. A Tela de Visualização de Imagem é selecionada a partir de um botão na Tela de controle representado por um ícone de olho, como demonstrado na Figura 20:

Figura 20 – Tela de Visualização de Imagem



Fonte: Autor (2024).

4.6.3. Teste Piloto

Após o desenvolvimento do aplicativo o próximo passo do planejamento do projeto era realizar um teste piloto em uma das plantas produtivas da indústria estudada. Sendo assim, o teste piloto aconteceu a partir de uma decisão da liderança dos setores, onde o local foi decidido. Posteriormente foi executado um treinamento sobre a utilização da ferramenta digital como forma de gestão das Etiquetas TPM. O teste durou cerca de dois meses e o aplicativo foi utilizado pelos operadores por meio de tablets com aplicação tanto pelos operadores da linha de envase, quanto da linha de formulação da planta definida. Os técnicos de manutenção também foram treinados e entraram no teste para que as etiquetas fossem concluídas. A visão em que os usuários tiveram do *app* no *tablet* está demonstrada pela Figura 21:

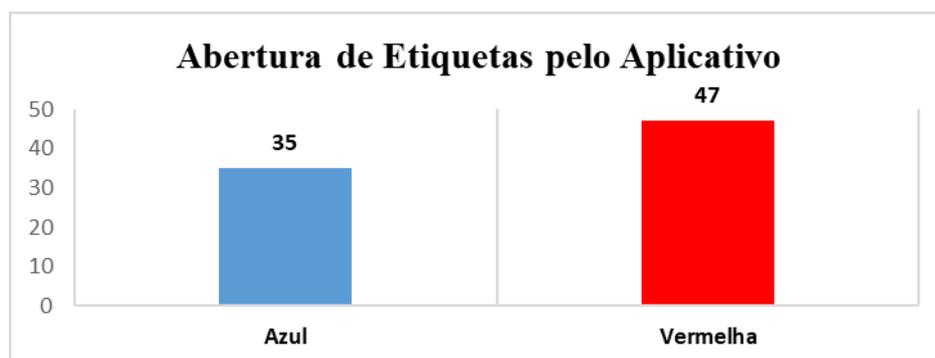
Figura 21 – Visão do App pelo Tablet



Fonte: Autor (2024).

O teste buscou testar na prática a funcionalidade do aplicativo no chão de fábrica, onde o cenário tem suas particularidades em relação a um ambiente administrativo. Como resultado do teste foi pautado três pontos: Número de anomalias identificadas, falhas e erros do aplicativo e uma avaliação final por parte dos usuários. O primeiro ponto em relação a quantidade de anomalias identificadas apresentou um número elevado, pois a planta do teste tinha uma meta mensal de abertura 6 de etiquetas azuis e 9 etiquetas vermelhas, ou seja, em um período de dois meses (duração do teste), a meta seria de 12 etiquetas azuis e 18 vermelhas, totalizando 30 etiquetas. Diante disso, a operação aderiu bem a ferramenta e o número de etiquetas abertas no período foi maior em relação à meta da planta, sendo de 35 etiquetas azuis e 47 vermelhas. O resultado de abertura de etiquetas pelo *app* pode ser visto no Gráfico 2:

Gráfico 2 – Resultado abertura de etiquetas



Fonte: Autor (2024).

O segundo ponto buscado pelo teste era em relação a falhas do aplicativo, onde no período de dois meses não foi apontado por parte dos usuários nenhuma falha da ferramenta, a ausência de erros e falha da ferramenta pode ser comprovada no resultado do formulário de *feedback*. Como etapa final do teste foi criado e colocado um formulário de feedback. Este buscou entender por ponto de vista dos colaboradores envolvidos qual a visão em relação ao fluxo de etiquetas físicas, a avaliação do aplicativo e um feedback geral sobre o teste piloto da ferramenta. O formulário foi construído e aplicado através da ferramenta *Microsoft Forms*, a estrutura dele era composta por seis campos de perguntas, sendo eles:

- Qual sua nota para o fluxo de etiquetas antigo (Etiquetas físicas e cadernos)?
- Quanto acha que o fluxo de etiquetas melhorou com o uso do APP?
- Com qual nota avaliaria o aplicativo das Etiquetas TPM?
- Quais os pontos positivos você identifica com o uso do *app*?
- Você identifica pontos negativos no uso do *app*? Quais?
- Dúvidas? Sugestões? Críticas? Fique à vontade para compartilhar

A ação de *feedback* foi aplicada pelos usuários do teste, ou seja, operadores e técnicos de manutenção, sendo respondido por um total de onze colaboradores. O resultado da pesquisa segue na listagem abaixo:

- Qual sua nota para o fluxo de etiquetas antigo (Etiquetas físicas e cadernos)?
 - Classificação média de 6,00 (escala de 0 a 10).
- Quanto acha que o fluxo de etiquetas melhorou com o uso do APP?
 - Classificação média de 9,70 (escala de 0 a 10).
- Com qual nota avaliaria o aplicativo das Etiquetas TPM?
 - Classificação média de 9,60 (escala de 0 a 10).
- Quais os pontos positivos você identifica com o uso do *app*?
 - Com o tablete a disposição na planta ficou mais rápida e prática para realizar a abertura da etiqueta;
 - Sustentabilidade e praticidade;
 - Com o uso do *app* nosso time tem muito mais visibilidade do problema e muito mais agilidade na hora de resolver a etiqueta e o fluxo completo;
 - Praticidade;
 - Muito mais prático;

- Pontos positivos, que a partir do momento, em que inserida no sistema, ela já é inserida no sistema da manutenção;
- Um deles é a agilidade, a porcentagem de etiquetas abertas para o operador ficar ciente se está dentro da meta, o valor de etiquetas abertas, basicamente tendo o controle delas e sem contar que o aplicativo é bem fácil e acessível de usar.
- Você identifica pontos negativos no uso do *app*? Quais?
 - Alguns pontos que considere negativos, já foram solucionados no aplicativo, por exemplo tornar o preenchimento de notas obrigatórios.
- Dúvidas? Sugestões? Críticas? Fique à vontade para compartilhar
 - Acho que o próprio aplicativo poderia ter um campo onde o time de manutenção pudesse recomendar a prioridade da etiqueta, e se ela é uma etiqueta de investimento ou não. Talvez até um campo para anexar orçamento para resolução da etiqueta.

Portanto, a aplicação do formulário após o teste piloto evidenciou a eficácia e benefícios que a ferramenta digital trouxe ao processo, esse fato é bem ilustrado através do comparativo da avaliação dos colaboradores em relação nota em que eles avaliavam o fluxo físico (Nota 6,00) e a nota de avaliação do aplicativo (Nota 9,70). Outro ponto importante que o feedback trouxe foi em relação à opinião dos usuários sobre os benefícios que a ferramenta trouxe como demonstrado na questão 4 e as sugestões de melhoria trazidas na última pergunta, estas que foram avaliadas e serão implementadas em um futuro desenvolvimento de aprimoramento da ferramenta.

4.6.4. Ganhos financeiros e de recursos

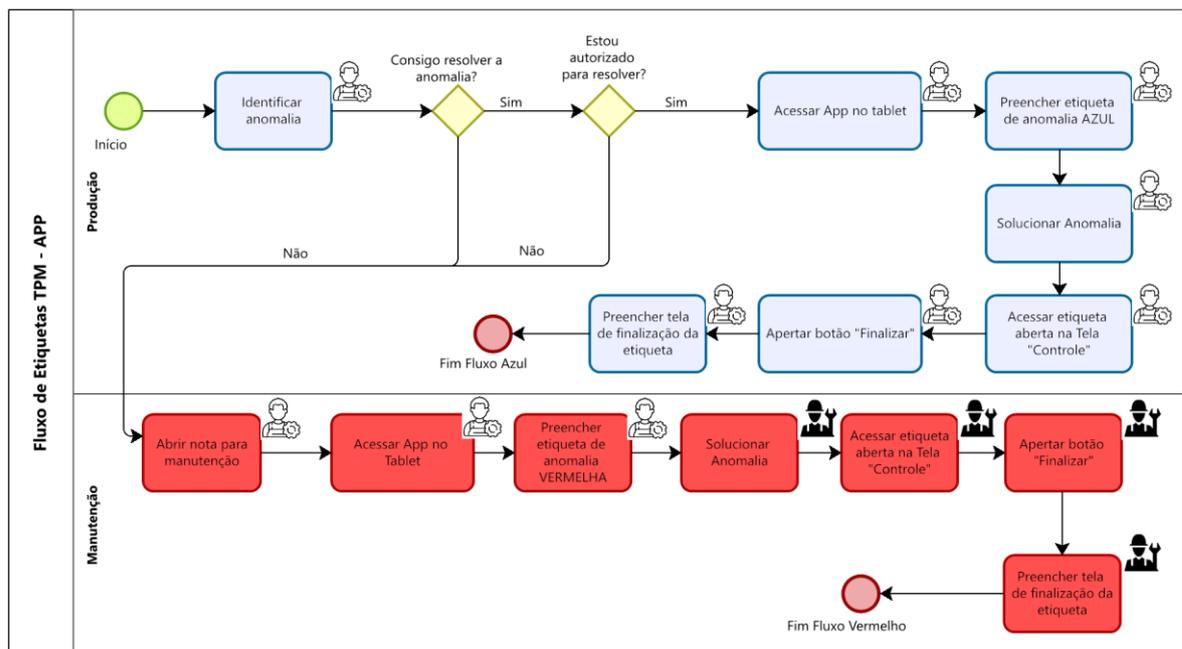
Como apresentado nos objetivos iniciais do trabalho, o mesmo buscava analisar os custos, tempos e recursos utilizados no processo para que assim através da ferramenta o trabalho resultasse em ganhos referentes a esses pontos. Na parte financeira o aplicativo não teve nenhum investimento para seu desenvolvimento e utilização, com isso o *app* trouxe um ganho financeiro expressivo, o processo físico iria gerar um custo projetado para o ano de cerca de R\$5466,00, como apresentado no gráfico 1. Sendo assim, o aplicativo gerou um

retorno através de um gasto evitado no total do número apresentado anteriormente, R\$5466,00 no ano.

Além do fator financeiro, o projeto trouxe um resultado de sustentabilidade, pois com o aplicativo foi deixado de utilizar cerca de 500 folhas sulfite, 2000 etiquetas (papel) e colas bastão, trazendo um ganho significativo com diminuição de recursos.

Por fim o aplicativo teve um ganho expressivo de eficiência operacional. O processo físico como analisado pelo trabalho tinha muitos processos, praticamente todos manuais e que necessitavam de movimentações físicas. O processo mapeado e modelado da Figura 7 traz o fluxo de abertura e conclusão das etiquetas por parte dos operadores e técnicos de manutenção, o fluxo contava com cerca de 21 processos. A fim de comparar o antes e depois do fluxo com o uso do aplicativo, o trabalho contou com a modelagem dos processos do aplicativo, como demonstrado na Figura 22:

Figura 22 – Fluxograma com o uso do aplicativo



Fonte: Autor (2024).

Analisando o fluxograma anterior nota-se um fluxo com 14 processos, 7 a menos que o original, mas um fator importante além da quantidade é que com o aplicativo os processos gerados são realizados de forma digital através da ferramenta e o fluxo não conta mais com movimentações físicas, trazendo um aumento expressivo na eficiência operacional.

5 CONCLUSÕES

5.1 Considerações Finais

O presente trabalho apresentou os benefícios que um aplicativo desenvolvido por meio ferramenta Microsoft Power Apps que trouxe diversos benefícios para um processo manual em uma indústria multinacional de defensivos agrícolas. O aplicativo foi o resultado central em que através de uma ferramenta digital os colaboradores podem realizar ações digitalizadas que antes eram totalmente manuais, melhorando uma das ferramentas de melhoria contínua da empresa. Além do fato que a digitalização de um processo resulta em ganhos financeiros, sustentabilidade e aumento na eficiência operacional. Por fim, o trabalho mostrou a relevância que as indústrias devem dar ao uso de tecnologia e que a digitalização de processos traz benefícios diante da competitividade do mercado atual.

5.2 Ações Futuras

A fim de melhorar o processo estudado como um todo, o trabalho seguirá com a proposta de expansão da implementação para todas as plantas nas unidades industriais da empresa. O objetivo é implementar o aplicativo através de *tablets* em toda a operação industrial. Com isso, o processo torna-se totalmente digital e com os dados integrados das plantas em uma única base de dados. Sendo assim, as informações ficaram mais completas e claras, fator que facilitará na evolução da metodologia na empresa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. T.; LOOS, M. J. Utilização da ferramenta Kaizen em uma indústria de alimentos e seus ganhos. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 23-41, 2020. DOI: 10.15675/gepros.v15i1.2188. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/gepros/article/view/2188>. Acesso em: 15 out. 2024.

BORMIO, M; FORTUNATO, N. A Utilização de Etiquetas de Detecção de Inconveniências na Manutenção Autônoma do TPM. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XIII SIMPEP. 2006, Bauru, SP. Anais eletrônicos ... Bauru. Disponível em: < https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/26.pdf>. Acesso em 24 out. 2024.

DENNIS, Pascal. *Produção lean simplificada*. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. E-book. p.1. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577802913/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

DE OLIVEIRA, A. S.; VIANA, B. C.; ROBERTO, J. C. A.; SOUTO, S. P. Aplicação da metodologia lean manufacturing a gestão da manutenção industrial. *Revista de Gestão e Secretariado*, [S. l.], v. 14, n. 6, p. 8997–9018, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i6.2277. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2277>. Acesso em: 27 out. 2024.

GARTNER. Gartner Magic Quadrant for Enterprise Low-Code Application Platforms. 2023. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/documents/4843031>. Acesso em 25 out 2024.

FERREIRA, Marcio. *TPM – MODELO DE GESTÃO PARA A EXCELÊNCIA PRODUTIVA*, 2018, São Paulo/SP. Anais eletrônicos ... São Paulo: Instituto de Engenharia, 2018. Disponível em < <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2018/11/Apres-VISUALFLOW-TPM-3110.pdf>>. Acesso em 24 out. 2024.

LIMA, F. R.; GOMES, R. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, v. 19, p. e0200023, 2020. DOI: 10.20396/rbi.v19i0.8658766. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8658766>. Acesso em: 22 out. 2024.

MICROSOFT. Listas da Microsoft. 2024. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-lists>. Acesso em: 24 out 2024.

MICROSOFT. O que é o Power Apps?. 2024. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-apps/powerapps-overview>. Acesso em: 23 out. 2024.

MICROSOFT. O que é uma plataforma de desenvolvimento low-code?. 2024. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/products/power-apps/topics/low-code-no-code/low-code-platform#:~:text=Low%20code%20and%20no%20code&text=They%20both%20allow%20users%20to,fast%2C%20affordable%2C%20and%20accessible>. Acesso em: 24 out 2024.

MONTEIRO, R; MORAIS, R. Indústria 4.0: impactos na gestão de operações e logística. São Paulo, SP: Editora Mackenzie, 2019.

PINTO, J. Manual TPM (Total Productive Maintenance): Abordagem holística à manutenção dos equipamentos visando a perfeição. Cidade do Porto: CLT Services, 2017.

POMPEU, A. M.; RABAIOLI, V. A filosofia lean manufacturing: seus princípios e ferramentas de implementação. *Multitemas*, [S. l.], n. 46, 2015. DOI: 10.20435/multi.v0i46.173. Disponível em: <https://www.multitemas.ucdb.br/multitemas/article/view/173>. Acesso em: 16 out. 2024.

RESENDE, A.; DIAS, L. Manutenção Produtiva Total (TPM): Considerações sobre casos de sucesso. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXIV ENEGEP., 2014, Curitiba, PR. Anais, Curitiba, 2014. p. 02 – 06.

RIBEIRO, H. TPM Collection, V. 4. O Pilar de Manutenção Autônoma: como fazer do operador o “dono do equipamento”. São Caetano do Sul, SP: PDCA Editora, 2017.

RIBEIRO, S *et al.* A comercialização de agrotóxicos e o modelo químico-dependente da agricultura do Brasil. *Saúde em Debate* [online]. v. 46, n. spe2, pp. 02, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042022E214>. Acesso em: 15 out.2024.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Como a digitalização de processos impacta os resultados da empresa, 2023. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/como-a-digitalizacao-de-processos-impacta-os-resultados-da-empresa,833be1541664a810VgnVCM1000001b00320aRCRD>>. Acesso em 22 out. 2024.

SILVA, C. Guia Prático da Indústria 4.0 para Diretores & Executivos. 2024.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.138p. Disponível em: https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_d_e_teses_e_dissertacoes1.pdf. Acesso em: 23 out. 2024.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL (SINDIVEG). Mercado total de defensivos agrícolas por produto aplicado, 2024. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/mercado-total/>. Acesso em: 12 out.2024.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL (SINDIVEG). O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas, 2020. 07 p. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2021/11/bxresolucao.pdf>. Acesso em: 15 out.2024.

SOUZA, P.; JUNIOR, S.; NETO, G. Indústria 4.0 contribuições para setor produtivo moderno. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017, Joinville.

TONIELO, G. Implantação da metodologia TPM (Total Productive Maintenance) em equipamentos CNC. Faculdade Politécnica de Jundiaí - Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente - v. 1, n. 1, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/501>>. Acesso em 22 out. 2024.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação. São Paulo: Atlas, 1987, p.175. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4233509/mod_resource/content/0/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf. Acesso em: 23 out 2024.

WESZAK, R. Lean Manufacturing: um guia completo para excelência operacional. 2024.