



ESTUDO DA APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO MODERNA VIA SOFTWARE

Davi Zanette¹

Anderson Daleffe²

Gilson de March³

Henrique Cechinel Casagrande⁴

Joélson Vieira da Silva⁵

Hadrian Martins⁶

Rauan Martins⁷

Resumo: É notório que a aderência de softwares de manutenção para uso industrial vem crescendo nos últimos tempos, sob a demanda de se ter um ambiente mais organizado, em que as informações estão ao alcance das mãos, entretanto, essa ferramenta deve ser adaptativa ao cenário atual de cada empresa, sendo acessível para quem for utilizar, e as informações demonstradas devem ser apresentadas de tal forma, que todos a compreendam, desde os gestores até os técnicos que executam as manutenções. O artigo em questão, analisa a eficácia do uso de software para gestão de manutenção industrial, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir custos. Em um estudo no setor de usinagem do Centro Universitário UNISATC, com sede em Criciúma - SC, cinco máquinas foram cadastradas para o monitoramento de manutenções preventivas e corretivas, utilizando indicadores como MTBF e MTTR, além de apresentar o acompanhamento de ordens de serviço pendentes e realizadas, impactando no demonstrativo de aderência da equipe à manutenção preventiva. Os resultados mostram que o software facilita a análise da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, melhorando a comunicação e a tomada de decisões, pois demonstra em tempo real, e de forma perene todos os dados referentes à manutenção, atualizando-se imediatamente, conforme novas manutenções são realizadas. Conclui-se que o software contribui para uma maior produtividade, clareza nas informações relacionadas à integridade e funcionamento de máquinas e equipamentos pertencentes ao setor, e gestão sustentável dos recursos.

Palavras-chave: Software de manutenção. Manutenção Preventiva. Manutenção corretiva. Indicadores de manutenção.

¹ Graduando em Engenharia Mecatrônica no semestre letivo de 2024-02. E-mail: davizanette@hotmail.com

² Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: anderson.daleffe@satc.edu.br

³ Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: gilson.march@satc.edu.br

⁴ Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: henrique_cechinel@hotmail.com

⁵ Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: Joelson.silva@satc.edu.br

⁶ Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: hadrian.martins@satc.edu.br

⁷ Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: rauan.martins@satc.edu.br



1 INTRODUÇÃO

A manutenção sempre esteve presente em nosso meio, seja com o surgimento dos primeiros relógios mecânicos ou quando os primeiros aviões começaram a preencher os céus [1]. Seu papel se intensificou ainda mais após as revoluções industriais, iniciando com a maquinofatura na primeira revolução industrial e avançando até a atual quarta revolução, baseada na Indústria 4.0. Esta última integra inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação, utilizando dados armazenados em nuvem para monitorar e otimizar processos industriais, com o objetivo de alcançar alta produtividade. [2].

Os conceitos de manutenção se dividem em quatro tipos distintos, que podem ser divididos em Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, e, por fim, há também a Manutenção Prescritiva, que foi um novo conceito de manutenção vindo com a era da indústria 4.0 [3].

O presente documento analisa a importância de um software de manutenção para organizar e monitorar as manutenções corretivas e preventivas, avaliando seu impacto na integridade de máquinas e equipamentos. Ele levanta dados sobre disponibilidade e confiabilidade de máquina, que são primordiais para visualizar a qualidade da manutenção.

A aplicação de softwares voltados à organização da manutenção industrial são cruciais para a coleta de dados e tomada de decisões. Com base nos problemas que frequentemente ocorrem, é mais fácil implementar ações preventivas, com o intuito de evitar frequentes imprevistos, do que se sujeitar a manutenções corretivas advindas de um problema que poderia ser evitado com um bom planejamento da manutenção.

É do interesse de muitas empresas aumentar a eficiência e segurança dos processos, e o estudo de ferramentas de gestão de manutenção é essencial para isso. Com o avanço da inteligência artificial, surgem oportunidades de pesquisa e um futuro promissor, impactando o uso sustentável de recursos naturais e formando profissionais mais qualificados [4].

O objetivo da pesquisa busca explicar como um software de manutenção torna eficiente a gestão. Para isso, serão cadastradas cinco máquinas do setor de usinagem, presentes no Centro Universitário UNISATC, com sede em Criciúma - SC,



para se ter a base da criação de um plano de manutenção que especifique os serviços a serem realizados nos componentes cadastrados no software de manutenção, advindos de cada máquina registrada, e a consequente análise dos dados advindos das manutenções, com o intuito de simular um ambiente industrial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O planejamento de manutenção é dividido em tipos e indicadores para um controle eficiente, sendo facilitado pelo uso de ferramentas como softwares de gestão.

2.1 PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO

A baixa produtividade em uma planta industrial está frequentemente ligada à ausência de um planejamento eficaz de manutenção. Falhas inesperadas em máquinas e equipamentos não apenas comprometem a competitividade da empresa, mas também resultam em perda de produtividade e aumento significativo no custo final do produto entregue ao cliente. Nesse sentido, a implementação de métodos para a manutenção preventiva poderia evitar a necessidade de manutenção corretiva, reduzindo significativamente os custos e melhorando a competitividade da empresa [5].

É necessário zelar pela otimização da manutenção, buscando-se métodos que visam estabelecer um plano de manutenção mais eficaz e eficiente, determinando o tempo e frequência das inspeções, preparação do trabalho e quais os recursos de manutenção necessários [6].

No cotidiano industrial busca-se produzir mais pelo menor custo, e isso apenas é possível com a implementação de recursos organizacionais que envolvem a empresa como um todo, abrangendo todos os setores, para que estejam em sintonia, e assim, realizar o controle de como a manutenção se faz presente e qual o grau de eficiência gerado. Para isso, são utilizadas plataformas para a geração de ordens de serviço, que especificam as máquinas, setores, descrição do problema, prioridade e as ações realizadas pelo técnico de manutenção, sendo que todos os dados adquiridos irão possibilitar um melhor controle de disponibilidade de máquina, confiabilidade e quantidade de horas entre cada falha, como também o demonstrativo dos problemas ocorridos e qual foram as soluções [7].



Além dos sistemas organizacionais desenvolvidos pela empresa, há também as ferramentas de manutenção. Dentre elas, encontra-se a metodologia 5S, que consiste em cinco processos de transformação responsáveis por elevar a eficiência da empresa no geral, tomando ações como: Eliminar itens desnecessários na área de trabalho, organização, limpeza, padronização e disciplina [8].

Metodologias como a manutenção autônoma, RCM (*Reliability-Centred Maintenance*) e TPM (*Total Productive Maintenance*), também são bem vistas. A primeira refere-se às manutenções realizadas pelos próprios operadores, consistindo em pequenos serviços, como reapertos, limpeza, inspeções diárias e lubrificação. O RCM envolve o levantamento do índice de confiabilidade de cada equipamento, objetivando um melhor controle de estoque de peças, ordens de serviço e das paradas programadas. E por fim, a TPM, que reúne as ferramentas de manutenção em torno de uma filosofia de produtividade, buscando a disponibilidade de máquina e a diminuição de custos, como todas as ferramentas de manutenção já citadas.

2.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

No cenário atual, é comum observar a predominância de manutenções corretivas realizadas como uma forma de “apagar incêndios”, ou seja, intervenções realizadas apenas quando um equipamento apresenta falhas de forma inesperada. Essa abordagem busca corrigir o problema para restabelecer o funcionamento adequado do equipamento, permitindo o cumprimento das metas operacionais [9].

Ao contrário da manutenção corretiva não planejada, o ambiente industrial também adota práticas de manutenções corretivas planejadas. Nesse modelo, decisões gerenciais baseadas em monitoramentos preditivos determinam a correção de falhas menores no momento em que a falha ocorre, pois pouco reduzem a eficiência dos equipamentos [10].

2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é uma das formas mais eficientes para prevenir e melhorar a confiabilidade e desempenho dos equipamentos em uma planta industrial. Pois todos os mecanismos estão suscetíveis a erros de folga de montagem



e desgastes mecânicos e elétricos dos componentes, o que pode gerar impactos na vida útil, contribuindo para a degradação do desempenho ou ao mau funcionamento [11].

Esse modelo de manutenção promove a melhoria contínua ao reduzir a indisponibilidade das máquinas e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Um plano de manutenção preventiva é baseado em cronogramas predefinidos, visando evitar falhas e assegurar o pleno funcionamento dos equipamentos. Para sua eficácia, é fundamental dispor de informações claras e detalhadas sobre o que deve ser inspecionado, reparado ou substituído, com que frequência, os motivos dessas ações e a forma adequada de executá-las [12]. A organização para a implementação de um plano de manutenção pode ser conferida no Quadro 1.

Quadro 1: Planejamento de Manutenção Preventiva.

Implantação da Manutenção Preventiva	
Ação 1	Organizar as ferramentas e o setor de manutenção
Ação 2	Cadastrar e codificar os componentes de maior prioridade do equipamento
Ação 3	Definir um plano de manutenção preventiva estabelecendo as frequências de inspeção
Ação 4	Criar um banco de dados para armazenar as informações
Ação 5	Estabelecer os indicadores de manutenção
Ação 6	Treinamento da equipe para a realização das inspeções

Fonte: Adaptado de [12].

Uma das ferramentas muito utilizadas na manutenção é o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), do português, Análises de Modo e Efeito de Falha. Em que um técnico responsável consiga definir as ações preventivas e corretivas a serem realizadas com base em irregularidades específicas presentes no equipamento, levando em consideração o nível de criticidade. Os dados de criticidade são gerados a partir de três índices que são classificados de 1 a 10, em que a multiplicação dos mesmos resulta no RPN (*Risk Priority Number*) [13].



2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva do sistema consiste em antecipar possíveis falhas com base nos dados monitorados por sensores, permitindo a adoção de medidas proativas. Isso previne falhas inesperadas, diminui o tempo de inatividade da produção, reduz os custos de manutenção e aumenta a confiabilidade operacional do sistema [14].

Avaliar com precisão o estado de saúde de um sistema é uma das principais metas da manutenção preditiva. A evolução da tecnologia voltada a sensores e Internet das Coisas (IoT) criam pré-requisitos para resolver problemas referentes à integridade dos equipamentos, realizando um acompanhamento dos índices de degradação dos mesmos.

2.5 MANUTENÇÃO PRESCRITIVA

A manutenção prescritiva baseia-se no conceito de "prescrever", que significa ordenar ou determinar de forma clara e compreensível, semelhante ao ato de receitar um tratamento na medicina. Enquanto a manutenção preditiva se concentra em antecipar possíveis falhas, a manutenção prescritiva vai além, sugerindo ações específicas para prevenir ou corrigir problemas. Essa abordagem combina técnicas preditivas, como coleta e análise contínua de dados, com algoritmos avançados e aprendizado de máquina, permitindo recomendar ações preventivas e reduzir o risco de falhas e paradas no equipamento [15].

O agendamento da produção é crucial para o sucesso dos sistemas de manufatura modernos. No entanto, os cronogramas de produção estão sujeitos a falhas inesperadas, comprometendo a eficiência e a continuidade do processo produtivo. Nesse contexto, a manutenção prescritiva na PxM (Produção versus Manutenção) se destaca como uma abordagem baseada em condições que vão além da previsão de falhas, permitindo a integração entre manutenção e agendamento de produção. Apesar disso, os estudos atuais ainda não exploram completamente o desempenho comparativo da PxM em relação a estratégias de manutenção tradicionais ou outras abordagens avançadas, frequentemente desconsiderando a alta complexidade e a natureza dinâmica dos sistemas de manufatura [16].



2.6 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Muito se refere aos indicadores de desempenho da manutenção, o monitoramento da saúde de um sistema, em outras palavras, a condição em que as máquinas em um campo fabril estão funcionando, e qual o tempo de degradação das peças, para que seja tomada uma ação por parte da manutenção, levando em consideração os recursos disponíveis, tempo e custos para a execução do serviço [17].

Visando garantir um bom desempenho da planta de produção, torna-se necessário que os gestores de manutenção tenham uma boa visão geral dos processos produtivos e o modo como são realizadas as manutenções. Para isso, existem sistemas que visam expor os dados necessários para o melhor controle da disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos seus equipamentos. Dentre os recursos existentes há o sistema de Medição de Desempenho de Manutenção (MPM) e os Indicadores de Desempenho de Manutenção (MPI) [18].

O primeiro passo, é definir um nível de criticidade de acordo com o ambiente produtivo, trazendo o MPM alinhado com a estratégia organizacional para alcançar o desempenho sustentável na planta fabril, e buscando estabelecer o MPI relevante para a situação específica, com base na estratégia corporativa e nos objetivos da manutenção. Ambos os sistemas em harmonia irão propiciar a medição do desempenho da manutenção em conformidade com a disponibilidade das máquinas no processo produtivo.

2.6.1 Tempo médio entre falhas

Para medir a confiabilidade de um sistema é preciso analisar o tempo médio entre falhas, do inglês, MTBF (*Mean Time Between Failures*). Pois faz a relação entre o tempo de operação de determinada máquina e a quantidade de falhas que a mesma apresentou durante um período de funcionamento. Quanto maior for o MTBF de uma máquina, indica que, maior é a confiabilidade e produtividade desta [19].



O MTBF pode ser calculado através da relação das falhas ocorridas durante um determinado período, pela quantidade de intervenções realizadas durante este mesmo período [20]. A fórmula para o cálculo de MTBF está descrita na Eq. (1):

$$MTBF = \frac{TS - \Sigma TRI}{NAV} \quad (1)$$

Onde:

TS = Tempo decorrente entre a data que se iniciou a primeira avaria até a data de início da última avaria;

TRI = Tempos de reparação no período (soma todos menos o último);

NAV = Número de avarias no período de análise.

Este indicador torna-se viável utilizar para uma análise de um longo período de tempo, acima de um ano, pois menos que isso não é interessante, exclusivamente porque em um curto período de tempo pode não haver novos danos, ou pouca avaria no equipamento, não permitindo realizar um bom gerenciamento.

2.6.2 Tempo médio para reparo

O tempo médio para reparo, do inglês, MTTR (*Mean Time To Repair*), é um indicador que mostra o quanto os reparos estão impactando na produção [20]. E pode ser obtido através da razão entre o tempo para a realização do reparo na máquina, pela quantidade de falhas ocorridas durante o tempo de análise [19]. A fórmula para estabelecer o MTTR está representada na Eq. (2):

$$MTTR = \frac{\Sigma TRI}{NAV} \quad (2)$$

Onde:

TRI = Tempos de reparação no período (soma todos menos o último);

NAV = Número de avarias no período de análise.



Este indicador pode ser utilizado tanto para manutenções preventivas quanto corretivas, sendo que quanto menor for o tempo constatado para reparo, maior está sendo a produtividade e disponibilidade das máquinas e equipamentos, e que, da mesma forma, a equipe responsável por prestar manutenção está tendo um tempo de resposta rápido para os problemas encontrados [20].

2.6.3 Custo de manutenção

Antes de qualquer implementação de programas de manutenção deve-se ter sempre em mente os custos envolvidos, levando em consideração quais serão os investimentos com a manutenção, seja ela, corretiva ou preventiva, o modo de realizá-las e como a sua execução, ou não, interfere nos processos produtivos, bem como na qualidade do produto final [8].

É necessário ter em mente que determinado equipamento, não necessariamente precisa apresentar uma falha para interferir na produção, pois o simples fato de apresentar desgastes decorrentes do processo, é suficiente para ocasionar uma baixa na produtividade, na qualidade do produto e uma consequente manutenção corretiva, que envolverá maiores custos.

Em contrapartida os custos associados à manutenção preventiva são mais fáceis de monitorar do que os que envolvem as manutenções corretivas. Sendo que na primeira, já são previstas as despesas com a mão de obra, material, peças reservas, ferramentas, e dentre outros, para que haja um melhor planejamento em conformidade com uma parada programada da máquina ou equipamento. Enquanto nas manutenções corretivas, torna-se difícil quantificar os custos, pois estão envolvidos, também, os custos referentes à perda de produção, e custos de reparação [21].

Para se obter o custo de manutenção convém utilizar a seguinte relação proposta na Eq. (3) [22]:

$$C_{man} = C_{mat} + C_{mo} + C_{fer} + C_{inv} \quad (3)$$

Onde:

C_{man} = Custos totais de manutenção;



C_{mat} = Custos com materiais;

C_{mo} = Custos com mão-de-obra;

C_{fer} = Custos com ferramental;

C_{inv} = Custos com investimentos ou falhas.

2.7 SOFTWARES DEDICADOS À GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Os softwares de gestão de manutenção servem para sistematizar os processos de manutenção, e para obter bons resultados deve haver investimentos, treinamento adequado, além do comprometimento por parte da equipe durante a fase de adaptação e acompanhamento, uma vez que a eficiência da manutenção depende do conhecimento dos equipamentos, da experiência dos técnicos e da capacitação contínua [23].

Um eficiente gerenciamento pode vir a definir o rumo de eventuais manifestações patológicas que levam a um dano no equipamento, ou, em contrapartida, evitá-lo. Quando se fala em softwares destinados ao gerenciamento da manutenção, encontra-se aí, uma solução para muitos problemas existentes em campo industrial.

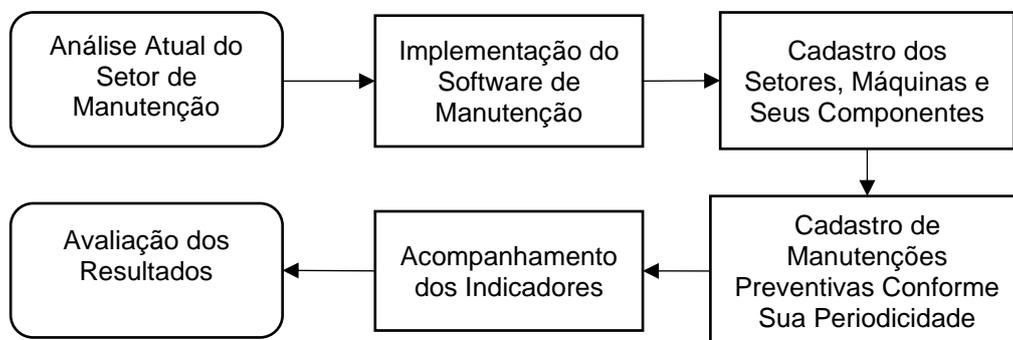
O software a ser utilizado deve atender certos requisitos, como: acessibilidade, escopo, operabilidade e comunicação. Em outras palavras, ao se aplicar a tecnologia para o gerenciamento da manutenção deve-se pensar em uma plataforma que tenha boa interação com o usuário, adequando-se ao idioma e objetivos, e sendo responsivo, podendo se adaptar à tela do dispositivo a ser utilizado e ter conexão web para melhor armazenar os dados adquiridos [24].

O sistema de gerenciamento de manutenção é uma ferramenta essencial para o monitoramento da empresa, visando obter grandes resultados referente ao desempenho dos equipamentos e qualidade dos produtos. Porém, é necessário escolher o software com as características que mais convém à empresa. Para que seja alcançado a redução do tempo de inatividade dos equipamentos e da frequência de falhas, é inevitável a correta coleta dos dados para que seja feito as intervenções para manutenção preventiva, com o objetivo de evitar uma possível intervenção corretiva [25]. Alguns exemplos de softwares destinados ao gerenciamento de manutenção são: Engeman, SSA/EXXPE, Leankeep, Sispred, Taris e YouBIM.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste capítulo serão descritos os procedimentos experimentais para a implantação de um software destinado ao monitoramento e planejamento de manutenções preventivas e corretivas no âmbito industrial. O estudo será realizado no setor de usinagem presente no Centro Universitário UNISATC. Na Fig. 1 estão descritas, por meio de um fluxograma, as etapas desse processo.

Fig. 1: Esquema das etapas do procedimento experimental.



Fonte: Do Autor (2024).

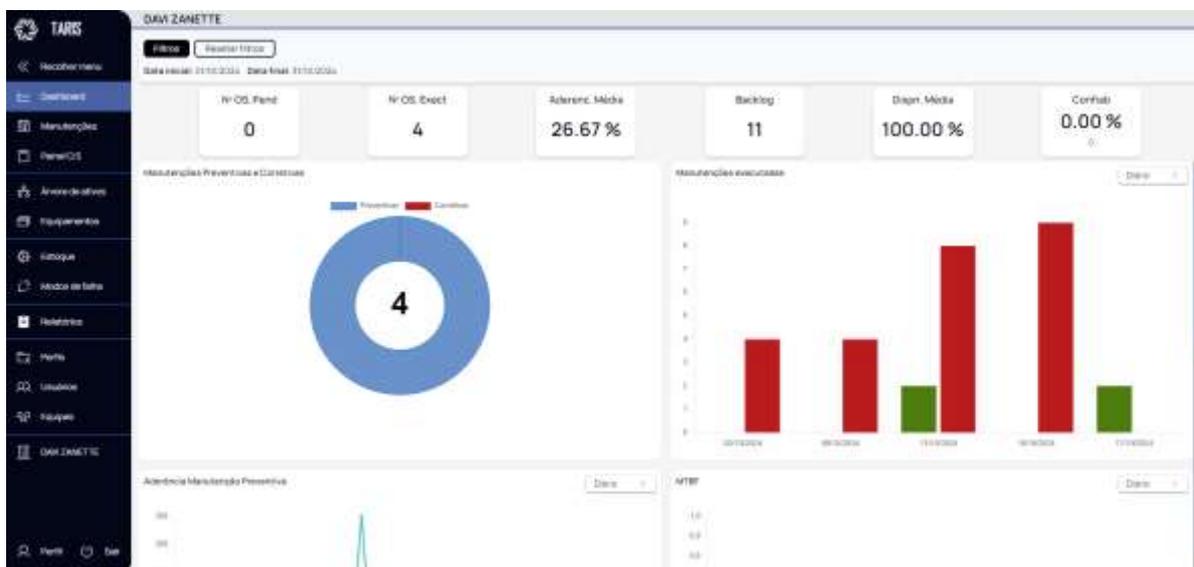
3.1 ANÁLISE ATUAL DO SETOR DE MANUTENÇÃO

Foi levado em consideração uma empresa em que as ordens de serviço são preenchidas à mão e cadastradas no sistema, objetivando explicar quais dados são obtidos e monitorados neste processo, para que, posteriormente, possa ser realizado a avaliação dos resultados após a implementação e uso do software de manutenção.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE DE MANUTENÇÃO

O software que foi utilizado denomina-se TARIS, é destinado à gestão da manutenção, facilitando o planejamento e execução de atividades de manutenção, adaptando-se à diversos setores industriais. Ele melhora a eficiência operacional, reduz custos e aumenta a disponibilidade dos equipamentos, resultando em maior produtividade [26]. Na Fig. 2 é possível visualizar a interface inicial do software.

Fig. 2: Interface inicial ao abrir o software de manutenção.



Fonte: Do Autor (2024).

Para a correta utilização do software foi necessário um breve treinamento por um dos desenvolvedores. Nesta ação foi adquirido os conhecimentos para dar início aos cadastros, desde o login até a criação da equipe de manutenção, como pode-se observar no Quadro 2, o procedimento para a utilização do software.

Quadro 2: Procedimento para os cadastros iniciais.

Procedimento Para Utilização do Software	
Ação 1	Criar login para acesso à plataforma
Ação 2	Cadastrar gerente de manutenção
Ação 3	Cadastrar equipe de manutenção
Ação 4	Cadastrar os setores de forma hierárquica

Fonte: Do Autor (2024).

3.3 CADASTRO DOS SETORES, MÁQUINAS E SEUS COMPONENTES

Foi realizado o cadastro do setor, e posteriormente, das máquinas dispostas neste ambiente, juntamente com seus respectivos componentes. Tudo isso em forma de árvore, começando com o nome da empresa, unidade, subunidade, setor e máquinas. Após isso foi designado quais serviços deveriam ser realizados periodicamente, seguindo o manual de manutenção de cada máquina. Porém, as



máquinas que não possuíam o manual de manutenção necessitaram de pesquisa do manual de forma online.

Alguns itens, muitas vezes não citados em alguns manuais de manutenção, foram cadastrados seguindo uma suposição de que em determinado período seria interessante prestar manutenção, ou simplesmente, realizar uma inspeção, normalmente no que diz respeito às partes móveis da máquina.

No Quadro 3 é possível visualizar a continuação do procedimento para utilização do software, no que diz respeito aos cadastros.

Quadro 3: Procedimento para os cadastros de setores e máquinas.

Procedimento Para Utilização do Software	
Ação 5	Cadastrar os setores de forma hierárquica
Ação 6	Cadastrar as máquinas e seus conjuntos
Ação 7	Criar planos de manutenção para cada máquina cadastrada
Ação 8	Cadastrar o tipo de serviço a ser realizado em cada plano de manutenção, a sua periodicidade, frequência e técnico responsável

Fonte: Do Autor (2024).

3.4 CADASTRO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS CONFORME SUA PERIODICIDADE

Seguindo o processo, foram cadastrados os intervalos entre uma manutenção preventiva e outra, o técnico responsável, o tempo estipulado que levaria a manutenção e até quando esta ação deve ser tomada. Todas as informações são de responsabilidade do gerente de manutenção ou da pessoa selecionada por ele. E todas as informações referentes à manutenção preventiva realizada são baixadas para a plataforma do software e assim espera-se melhorar o monitoramento da manutenção atual e possibilitar a ampliação das manutenções futuras.

3.5 ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES

O sistema permite visualizar os gráficos de manutenções preventivas e corretivas, ordens de serviço pendentes e executadas, além de indicadores essenciais como aderência à manutenção preventiva, backlog, disponibilidade média e confiabilidade, facilitando a análise dos resultados de manutenção. Na mesma tela, é possível



acompanhar a porcentagem de aderência à manutenção preventiva, MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), disponibilidade inerente e MTTR (Tempo Médio Para Reparo), informações fundamentais para avaliar a eficiência e a eficácia das manutenções realizadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência, será analisado os resultados obtidos com a implementação de um plano de manutenção industrial por meio da utilização de um software para a gestão da manutenção.

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE ATUAL DO SETOR DE MANUTENÇÃO

Conforme análise atual do setor, foi identificado que na realidade de uma empresa em que as ordens de serviço são preenchidas à mão e cadastradas no sistema, gera ineficiência na comunicação entre equipe e gestor, divergência na obtenção de dados relevantes à eficiência da manutenção prestada aos equipamentos, assim como a não permanência de um histórico de manutenção, dificultando a tomada de decisões por parte da gestão.

As perdas na produção também estão interligadas à eficiência da manutenção, sendo que, a má gestão desta, e sua ineficiência em monitorar e agir sobre as falhas decorrentes em equipamentos, ocasiona a perda na produção e o consequente aumento dos custos para produzir.

4.2 RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE DE MANUTENÇÃO

Com a criação de um login, e o posterior acesso ao software notou-se uma facilidade na organização das informações e a visualização delas. Sendo o primeiro passo, o cadastro da empresa, tem-se como resultado um nome fantasia para a empresa, seguido das demais informações como pode-se observar na Fig. 3.

Fig. 3: Cadastro da empresa.

	Nome fantasia ZANETTE USINAGENS
	Razão Social DAVI ZANETTE TCC 2024
	CNPJ 54.247.201/0001-17

Fonte: Do Autor (2024).

Após isso, foi gerado um campo com as informações de gerente e técnicos de manutenção, juntamente com a equipe a que pertencem. Na Fig. 4 é possível visualizar como estão dispostas as informações do gerente, sendo indicado como coordenador, e técnico de manutenção, que faz parte da equipe coordenada.

Fig. 4: Informações sobre coordenador e equipe.

Nome da equipe	davi.zanette
Coordenador da equipe	Davi Zanette
Membros da equipe	
Adicionar membro	
Membros	
Davi Zanette	x
Hadrian Martins	x

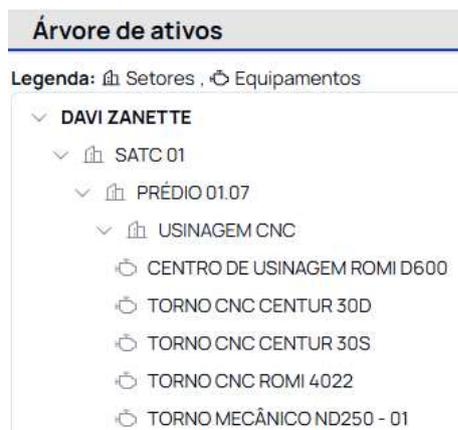
Fonte: Do Autor (2024).

Na Fig. 4 foi possível observar que o coordenador também é um membro da equipe, isso foi feito para que mais de um técnico execute as manutenções, podendo-se destinar os serviços para ambos e desempenhar o papel de gestor.

4.3 RESULTADOS DO CADASTRO DOS SETORES, MÁQUINAS E SEUS COMPONENTES

Com os cadastros da empresa, setor, subsetor, unidade e máquinas foi possível obter a seguinte árvore de ativos demonstrada pela Fig. 5.

Fig. 5: Árvore de ativos cadastrados.



Fonte: Do Autor (2024).

Após a finalização do cadastro de equipamentos, se iniciou o dos componentes de máquinas e a definição dos serviços a serem realizados, que gerou a seguinte organização de informações demonstradas pelas Fig. 6, Fig. 7 e Fig. 8.

Fig. 6: Cadastro de máquina e componentes.

TRN-CENTUR-30S
Modelo: CENTUR 30S
Descrição: Não informada
Setor/Área: USINAGEM CNC
Painel do equipamento

Componentes:

Pesquisar componentes...

BARRAMENTO Selecione um cc

CABEÇOTE

CARRO TRANSVERSAL

FUSOS DE ESFERAS

LUBRIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

MESA

Fonte: Do Autor (2024).

Fig. 7: Cadastro dos responsáveis por realizar os serviços.

✎ Plano de Inspeção

Responsável: Davi Zanette
Período: 11/09/2024 até 20/12/2024

Atividades ▾

✎ Plano de Lubrificação

Responsável: Davi Zanette
Período: 11/09/2024 até 20/12/2024

Atividades ▾

✎ Plano de Manutenção

Responsável: Hadrian Martins
Período: 11/09/2024 até 20/12/2024

Atividades ▾

Fonte: Do Autor (2024).

Fig. 8: Descrição das atividades a serem realizadas, tempo estipulado e frequência para realização dos serviços.

✎ Plano de Inspeção

Responsável: Davi Zanette
Período: 11/09/2024 até 20/12/2024

Atividades ▾

Verifique as proteções e dispositivos de segurança, para que funcionem adequadamente.	Frequência: a cada 2 semanas
Duração: 00:30	
Componentes: Não relacionados	
Verifique a tensão das correias e substitua o jogo, caso alguma correia apresente desgaste.	Frequência: a cada 1 semanas
Duração: 00:30	
Componentes: Não relacionados	
Conferir a correta lubrificação do carro transversal pelo sistema automático de lubrificação. Caso identificado a não lubrificação, realizar a manutenção para solucionar o problema.	Frequência: a cada 1 semanas
Duração: 00:20	
Componentes: Não relacionados	
Verifique os motores e partes deslizantes, quanto a ruídos anormais.	Frequência: a cada 1 semanas
Duração: 00:30	
Componentes: Não relacionados	

Fonte: Do Autor (2024).



4.4 RESULTADOS DO CADASTRO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS CONFORME SUA PERIODICIDADE

Um dos procedimentos que mais gerou incerteza foi a definição de uma periodicidade para a realização das manutenções e inspeções, pois alguns manuais de manutenção, inclusive os mais antigos, não trouxeram consigo a periodicidade de uma lubrificação, por exemplo. Tornando-se necessário um acompanhamento da máquina, e estabelecendo uma periodicidade a partir do tempo de funcionamento da mesma, e modificando conforme necessidade. Isso vale, também, para quaisquer outros componentes cujo manual não definiu os atributos para realização de manutenção preventiva.

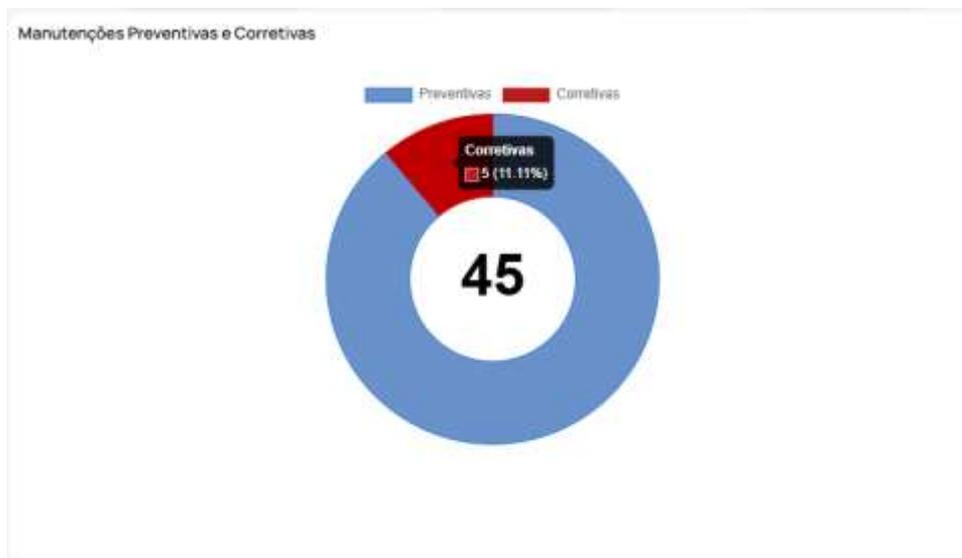
A questão de obter um banco de dados voltado para a manutenção é uma forma estratégica e essencial para sustentar a melhoria contínua, pois centraliza o registro de informações como histórico de falhas, manutenções realizadas, custos, e dados operacionais dos equipamentos. Com um acompanhamento desses indicadores é possível obter registros e tornar mais eficiente a definição de uma frequência para as manutenções.

4.5 RESULTADOS DO ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES

As manutenções e inspeções realizadas via software atualizam informações do setor e das máquinas em tempo real, ajustando os indicadores e evidenciando a eficiência da manutenção.

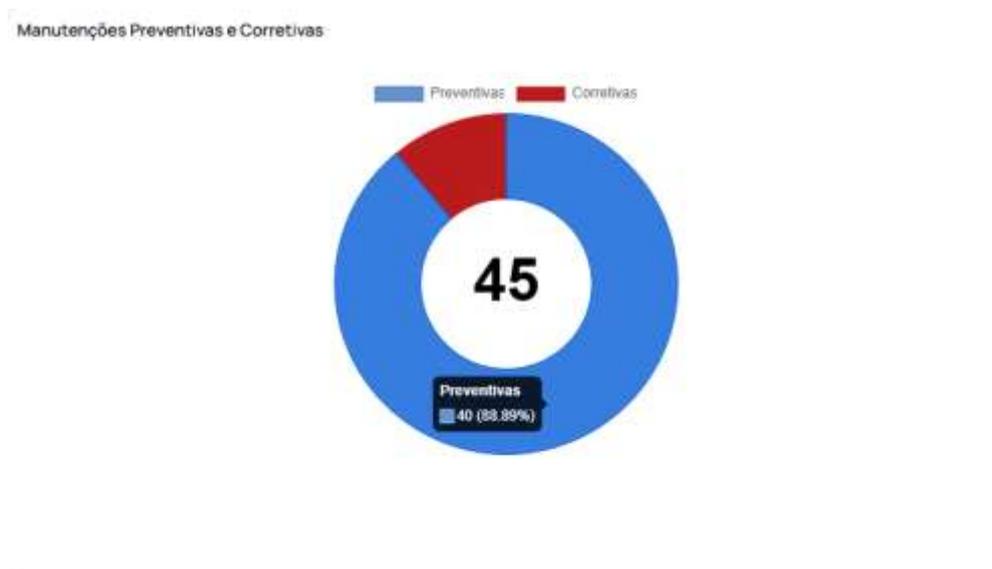
As informações são visíveis através dos gráficos, em conformidade com suas legendas. É possível se ter o acompanhamento das manutenções preventivas em oposição às manutenções corretivas, como descrito nas Fig.9 e Fig.10.

Fig. 9: Análise das manutenções corretivas durante um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).

Fig. 10: Análise das manutenções preventivas durante um período de dois meses incompletos.

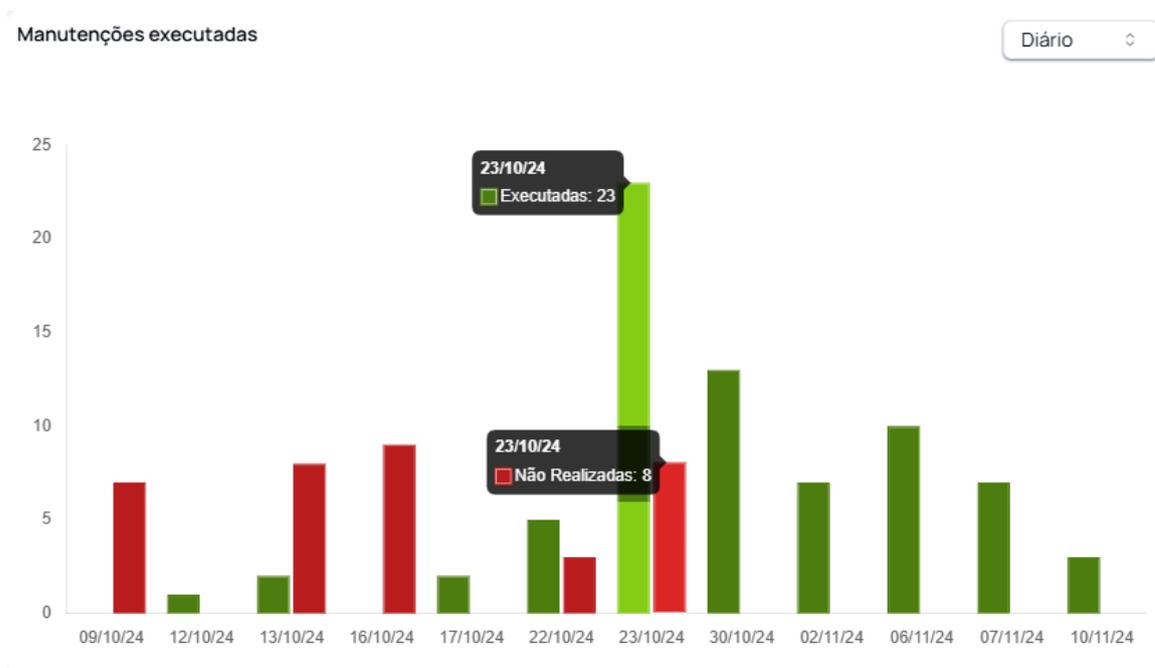


Fonte: Do Autor (2024).

Nos gráficos presente nas Fig. 9 e Fig. 10 demonstram um total de 45 manutenções realizadas, sendo 5 manutenções corretivas e 40 manutenções

preventivas. Na Fig. 11 pode-se perceber o número de manutenções executadas e não executadas por dia.

Fig. 11: Análise das manutenções executadas e não executadas durante um período de dois meses incompletos.

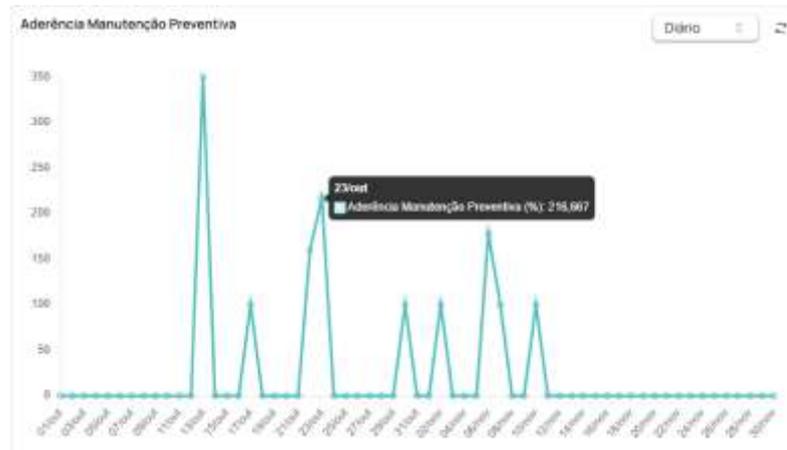


Fonte: Do Autor (2024).

Na Fig. 11, as barras verdes representam manutenções executadas, enquanto as vermelhas indicam manutenções não executadas. Até 23/10/24, algumas manutenções não foram realizadas devido ao período de cadastro de equipamentos e testes do software. Nesse dia, houve 23 manutenções executadas, mas algumas ordens não puderam ser salvas devido a falhas no sistema, gerando manutenções pendentes. Após essa data, todas as atividades foram realizadas de forma eficiente.

É possível observar a aderência à manutenção preventiva na Fig. 12, a seguir. A maneira como se comporta o gráfico no período revela o quanto a manutenção preventiva está sendo aderida por parte da equipe de manutenção, portanto, quanto mais ordens de serviços são realizadas um dia após o outro, maior será os picos demonstrados no gráfico, representando um percentual de aderência.

Fig. 12: Análise da aderência à manutenção preventiva durante um período de dois meses incompletos.



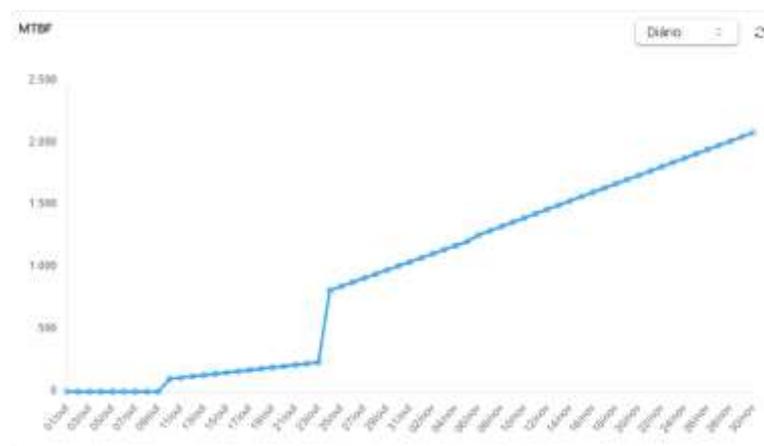
Fonte: Do Autor (2024).

Na Fig. 12 percebe-se que a partir do dia 23/10/24 o gráfico começou a apresentar valores mais assertivos, em conformidade com o gráfico da Fig. 11.

Foi possível obter, pelas manutenções, o gráfico de MTBF, que representa o tempo médio entre falhas nos equipamentos, como demonstrado na Fig. 13.

O MTBF apresentou uma tendência ascendente devido à implementação de manutenções preventivas cada vez mais recorrentes. Essa prática resultou na redução do número de intervenções emergenciais, melhorando a eficiência operacional e aumentando a confiabilidade das máquinas cadastradas.

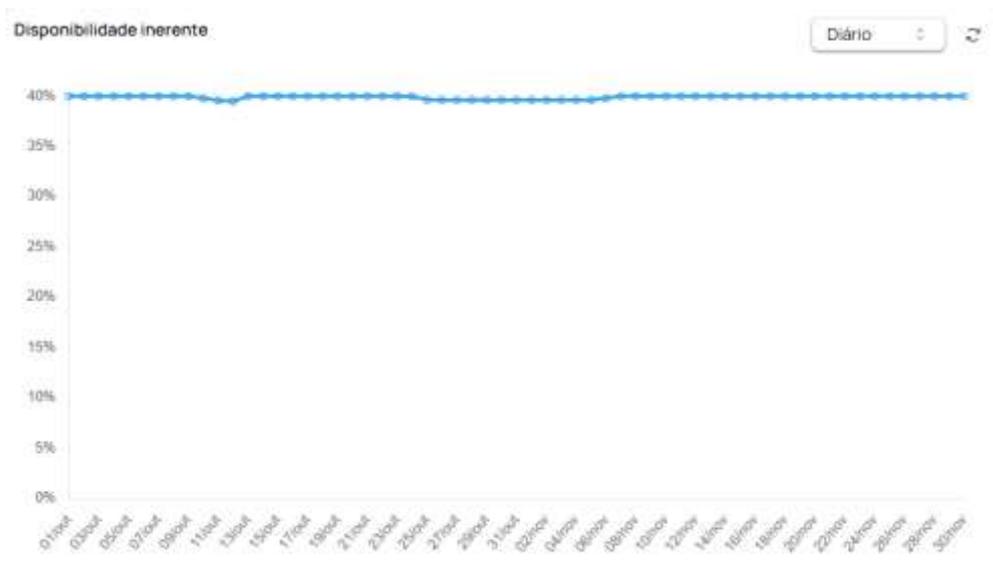
Fig. 13: Análise do MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) em um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).

Outros indicadores são o MTTR (Tempo Médio Para Reparo) e a disponibilidade inerente de máquina, que, por meio de gráficos, complementam as informações apresentadas no software. O MTTR mede o tempo médio para o reparo, enquanto a disponibilidade inerente mostra quanto tempo as máquinas do setor de usinagem estiveram disponíveis, como ilustrado nas Fig. 14 e 15.

Fig. 14: Análise de disponibilidade inerente de máquina durante um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).

Fig. 15: Análise do MTTR (Tempo Médio Para Reparo) em um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).



No gráfico representado na Fig. 15 foi possível visualizar como funciona a variação das horas contadas conforme surgem manutenções corretivas, que exigem parada de máquina. Sendo que no início, até o dia 09/10/24, o gráfico estava em zero horas de máquina parada, a partir das primeiras manutenções corretivas o gráfico começou a contabilizar as horas entre uma parada e outra nos equipamentos para a prestação de manutenção. Isso impactou diretamente na disponibilidade de máquina, representado no gráfico da Fig.14, que sofreu acentuadas variações.

4.6 USABILIDADE DO SISTEMA

Analisando o desenvolvimento da manutenção via utilização do software, durante um período de dois meses incompletos, foi possível perceber o quanto que esta ferramenta contribui para a tomada de decisões e aumento da eficiência das manutenções, e a consequente continuidade de uma linha produtiva.

Comparado a um sistema de manutenção em que não há monitoramento dos indicadores de manutenção, os dados estão à disposição em tempo real, torna-se visível a eficiência da equipe de manutenção quanto às realizações das atividades, sejam elas preventivas ou corretivas, o quanto que determinada máquina funciona sem apresentar falhas, ou se há falhas decorrentes, podendo-se registrar e monitorar tais problemas, para saber se são frequentes, e a partir disso, saber intervir de modo pontual. Nas Fig. 16 e Fig. 17 estão representados os dados mais atuais referente à manutenção.

Fig. 16: Mostrador das manutenções pendentes, executadas e aderência média da manutenção preventiva em um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).

Fig. 17: Mostrador de manutenções em atraso, disponibilidade média e confiabilidade do setor em um período de dois meses incompletos.



Fonte: Do Autor (2024).

5 CONCLUSÃO

O estudo comprova que o uso de software para gestão de manutenção é essencial para aumentar a eficiência operacional e de manutenção, assim como a disponibilidade de equipamentos, resultando em maior produtividade. A análise dos dados em tempo real permite intervenções mais precisas e uma comunicação eficiente entre equipe e gestores. A aplicação desse sistema de monitoramento e planejamento facilita a tomada de decisões, melhora o controle de custos e reduz a frequência de falhas e o tempo de inatividade das máquinas. A pesquisa sugere que a implementação de softwares especializados pode revolucionar a gestão de manutenção em ambientes industriais, proporcionando maior sustentabilidade, qualificação profissional e segurança operacional.

Para a utilização eficaz do software e o máximo aproveitamento de seus recursos, é indispensável o treinamento dos profissionais, tanto gestores quanto membros da equipe, para o correto manuseio da ferramenta. A organização é um fator primordial em todas as ações realizadas no software, desde o registro de cadastros, que seguem uma hierarquia, até a descrição dos serviços e a coleta de informações, que devem ser apresentadas de modo conciso para evitar dúvidas na execução e na análise dos dados. Com a possibilidade de organizar todas as informações, torna-se evidente o quanto o software é intuitivo e, ao mesmo tempo, responsivo a todas as ações realizadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Moro, Norberto; Paegle Auras, André, 2007. Introdução à Gestão da Manutenção, Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – CEFET-SC, Gerência



Educacional de Metal Mecânico Curso Técnico de Mecânica Industrial, Florianópolis-SC, p. 6.

[2] (dialogando VIVO. Por Que a 4ª Revolução Industrial é diferente das outras?. 2018. Disponível em: <<https://dialogando.com.br/inovacao/por-que-quarta-revolucao-industrial-e-diferente-das-outras/>>. Acesso em: 01 abr. 2024).

[3] (SOARES, Isadora. Tipos de Manutenção: guia completo e atualizado. 2023. Disponível em: <<https://www.cobli.co/blog/tipos-de-manutencao/#:~:text=Tipos%20de%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%3A%20guia%20completo%20e%20atualizado&text=Os%20principais%20tipos%20de%20manuten%C3%A7%C3%A3o,a%20necessidade%20de%20cada%20equipamento.>>. Acesso em: 05 abr. 2024).

[4] Waltersmann, L.; Kiemel, S.; Stuhlsatz, J.; Sauer, A.; Miehe, R. Artificial Intelligence Applications for Increasing Resource Efficiency in Manufacturing Companies—A Comprehensive Review. Sustainability 2021. <https://doi.org/10.3390/su13126689>

[5] Tavaré, L. A., Calixto Gonzaga, M. A., Santos Poydo, P. R., “Manutenção Centrada no Negócio”. Novo Polo Publicações, Rio de Janeiro, 2005.

[6] Shafiee, M., Dalsgaard Sorensen, J., (2019), “Maintenance optimization and inspection planning of wind energy assets: Models, methods and strategies”. Reliability Engineering & System Safety, vol.192.

[7] Queiroz, L. M. D. A., “Planejamento E Controle Da Manutenção Aplicados Ao Processo De Manufatura Do Ramo Alimentício. XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Outubro, 13-16, 2015, Fortaleza, CE, Brasil.

[8] Marcorin, W. R., Camello Lima, C. R., 2003, “Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos”, Revista de Ciência e Tecnologia Vol.11, N. 22, pp. 35-42.

[9] Pontes Assumpção, M. R., Alves Cordeiro J. C., 2016. “Indicadores para gestão na manutenção corretiva”, Exacta, Vol. 14, São Paulo, pp. 174.

[10] Trojan, F., Martins Marçal, R. F., Baran L. R., “Classificação Dos Tipos De Manutenção Pelo Método De Análise Multicritério Electre Tri”, Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional A Pesquisa Operacional na busca de eficiência nos serviços públicos e/ou privados, Setembro, 16-19, 2013, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[11] Dui, H., Xu, H., Zhang, L., Wang, J., 2023, “Cost-based preventive maintenance of industrial robot system”, Reliability Engineering & System Safety, Vol. 240.

[12] Garcia, F. L., Lima Nunes, F., 2014, “Proposta De Implantação De Manutenção Preventiva Em Um Centro De Usinagem Vertical: Um Estudo De Caso”, Tecnologia e Tendências, Vol. 9.



- [13] Oliveira da Cruz, G. B., 2019, “Proposta de gerenciamento de manutenção preventiva para instalações de águas pluviais utilizando o FMEA”, *Revista Boletim do Gerenciamento*, N. 10, pp. 54-61.
- [14] Wang, L., Li, B., Zhao, X., “Multi-objective predictive maintenance scheduling models integrating remaining useful life prediction and maintenance decisions,” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 197, 2024.
- [15] Oliveira Machado, C., Condak Monteiro Junior, S., Vinicius, Y., Celestino, S., Antônio Bento de Andrade, J., Silveira Rodrigues Junior, A., “MANUTENÇÃO PRESCRITIVA: A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0,” *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 2023.
- [16] Wesendrup, K., Mustafa, M., Hellingrath, B., “Degradation-agnostic integrated prescriptive maintenance and production scheduling simulation for electrophoretic dip coating system,” *Procedia CIRP*, vol. 130, 2024.
- [17] Zhang, X., Zhang, Y., Shi, G., Shi, H., Wu, B., Hu, S., 2024, “Multiple-failure mode division and condition-based maintenance decision making for systems with multi-indicator performance degradation”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 191.
- [18] Van Horenbeek, A., Pintelon, L., 2014, “Development of a maintenance performance measurement framework—using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection”, *Omega*, Volume 42, pp. 33-46.
- [19] Azevedo, T. C., Moreira, M. M. A. C., Silveira, S. R., Soares, I. N., Nordi, T. M., Sousa, F. S. I. d., Mosconi, D., “Engenharia De Manutenção: Uma Revisão De Indicadores De Manutenção E Suas Inter-Relações”, 5º SiPGEM - Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, Setembro, 27-28, 2021, São Carlos, SP.
- [20] Sanches Da Silva, G. E., 2018, “Estudo Dos Indicadores MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) E MTTR (Tempo Médio Para Reparo) Aplicado Em Processos Produtivos”, Universidade De Taubaté, Taubaté/SP.
- [21] Gonçalves Marques, S., 2009, “Manutenção Industrial e Custo do Ciclo de Vida - Extração Oleaginosas”. Universidade Nova De Lisboa Faculdade De Ciências E Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, pp. 43-47.
- [22] Resende, G. P., 2012, “Composição Dos Custos Da Manutenção Com Abordagem Da Ferramenta FMEA”, *Especialização em Engenharia de Manutenção – ABRAMAN-IEC-PUCMINAS*, Minas Gerais.
- [23] Santos, L. M. M. F. d., 2015, “Software de gestão de manutenção como ferramenta de apoio à melhoria da eficiência da Gestão de Infraestruturas”, *Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial*, Instituto Politécnico Do Porto - Escola Superior De Estudos Industriais E De Gestão -, Vila do Conde.



[24] ROSCOFF, N. S., COSTELLA, M. F., PILZ, S. E., “Desenvolvimento De Software Para Gestão Da Manutenção Preventiva Em Edificações Habitacionais”. ENTAC XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Novembro, 4-6, 2020, Porto Alegre, Brasil.

[25] Moraes Fedrici, A. F., Silva Neto, J. V. d., 2022, “Gerenciamento De Dados Para Criação De Planos De Manutenção Em Uma Empresa De Automação Industrial”, Trabalho Final de Curso II, Pontifícia Universidade Católica De Goiás - Escola Politécnica De Engenharia De Controle E Automação, Goiânia, Brasil, p. 04.

[26] Daleffe, A., Aguirre, L., Martins, R., “TARIS,” Taris Soluções Tecnológicas, [Online]. Available: <https://taris.tec.br/>. [Acesso em 03 Novembro 2024].