

**PROPOSTA DE MELHORIA NO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
MANUTENÇÃO EM UMA PLANTA FABRIL UTILIZANDO FERRAMENTAS DA
INDÚSTRIA 4.0**

Diovane Tezza Vaz

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Ferreira

RESUMO

Este resumo apresenta uma análise sobre a melhoria do sistema de gerenciamento de manutenção em uma planta fabril utilizando ferramentas da indústria 4.0. Com o avanço tecnológico, surgem novas ferramentas que permitem o monitoramento em tempo real dos equipamentos, a análise de dados para prever falhas e a automatização de processos. A implantação de um sistema de gerenciamento de manutenção mais eficiente pode trazer diversos benefícios, como a redução de paradas não programadas e a diminuição dos custos de manutenção. Neste trabalho, serão abordados conceitos e tecnologias relevantes para a otimização do sistema, bem como as principais etapas do processo de implantação.

Palavras-chave: manutenção; indústria; melhoria.

INTRODUÇÃO

A Manutenção 4.0 é uma abordagem que busca otimizar as atividades de manutenção em indústrias, utilizando tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e análise de dados. Essa abordagem é baseada nos princípios da Indústria 4.0, que visa a transformação digital e aprimoramento dos processos produtivos. A Manutenção 4.0 busca maximizar a disponibilidade dos equipamentos, reduzir custos e aumentar a eficiência das operações, por meio de um monitoramento constante e uma análise preditiva do desempenho dos equipamentos. Com essa abordagem, é possível prever falhas antes que ocorram e realizar a manutenção de forma mais eficiente, o que contribui para a redução dos custos e o aumento da competitividade das

empresas no mercado. A Gestão da Manutenção 4.0 busca maximizar a disponibilidade dos equipamentos, reduzir custos e aumentar a eficiência dos processos produtivos. Neste contexto, a adoção de práticas e estratégias alinhadas aos princípios da Indústria 4.0 é essencial para otimizar a gestão da manutenção e garantir a competitividade das empresas no mercado.

O objetivo deste trabalho é analisar a melhoria do sistema de gerenciamento de manutenção em uma planta fabril utilizando ferramentas da indústria 4.0. Serão abordados conceitos e tecnologias relevantes para a otimização do sistema, bem como as principais etapas do processo de implantação. Por fim, serão apresentados casos de sucesso e resultados alcançados no projeto.

REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo deste capítulo é construir a base teórica do trabalho, utilizando referências já publicadas sobre o tema, e apresentar aspectos e conceitos importantes que justifiquem a relevância da pesquisa proposta. Para isso, serão abordados tópicos relevantes e fundamentais para o entendimento do assunto em questão.

Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção é definida pelas ações tomadas no gerenciamento da parte técnica e do relacionamento na empresa. Ela é estabelecida por meio da condução das atividades de rotina dos serviços e da implementação de melhorias. É importante o monitoramento de todas as atividades envolvidas na manutenção, pois à medida que as atividades de um projeto crescem, as formas pelas quais elas podem causar impacto entre si crescem exponencialmente (SLACK et al., 2010).

A citação destaca a importância do gerenciamento da manutenção e a necessidade de monitorar as atividades envolvidas para evitar impactos negativos em outras áreas.

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 9):

“A Manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las”.

Segundo Tavares (1999), a manutenção engloba as ações e os recursos necessários para que equipamentos se mantenham nas condições de desempenho originais, como recebidos de fábrica e concebidos na fase de projeto.

O gerenciamento de produção e manutenção, segundo Márquez (2009), utiliza ferramentas específicas, que possibilitam melhor retorno, maior disponibilidade e desempenho do equipamento, possibilitando a análise do ciclo de vida dos ativos. Se antes o objetivo da manutenção era de restaurar as condições originais de um determinado equipamento ou sistema, segundo Kardec & Carvalho (2002), atualmente a manutenção garante a disponibilidade de funcionamento dos equipamentos e sistemas de maneira a atender o processo produtivo a um custo adequado, com segurança, confiabilidade e preservação do meio ambiente.

Indústria 4.0

A indústria 4.0 ou também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, é um novo conceito ou termo que engloba formas de tecnologia para automação, troca de dados, e utilização de conceitos de Sistemas Cibernéticos ou ciber-físicos, Computação em Nuvem e Internet das Coisas. A visão desta nova revolução tecnológica tem grande utilidade para sistemas de produção ciber-

físico, nos quais, os sensores com maior tecnologia passam informações para os equipamentos ou máquinas como elas devem ser processadas e os processos devem governar a si mesmos num sistema descentralizado modular (SCHIEWIG,2016).

Schiewig, 2016, complementa que:

A indústria 4.0 é muito mais do que o uso de tecnologia das coisas e computação em nuvem nos processos de produção. Ela é caracterizada por modelos de negócios realmente inovadores, que geram vantagens competitivas significativas e sustentáveis para as empresas. (Schiewig, 2016).

A Revolução Industrial teve seu marco histórico a partir das transformações ocorridas na indústria que foram capazes de mudar de forma significativa o modo de produção a ponto de afetar diretamente a sociedade e a economia. Francisco Iglesias entende que a Revolução Industrial teve início com o emprego de máquinas em substituição do trabalho do homem e não apenas como meio de auxiliá-lo em suas atividades produtivas, deste modo há o início da “maquinofatura” em substituição a manufatura (IGLÉSIAS, 1984).

Na opinião de Francisco Iglesias (1984), a Revolução Industrial aconteceu por completo com a introdução do conceito de produção em série voltado ao abastecimento de grandes mercados consumidores, conforme podemos ver a seguir: “Enquanto antes se produzia para certo mercado, constituído por pessoas conhecidas, agora se produz para um mercado anônimo; enquanto antes o artigo era feito por um artesão, uma pessoa, agora o é pela máquina ou por várias pessoas, que dividem as tarefas de modo a tornar o labor mais racional e rentável”.

“A Revolução Industrial assinala a mais radical transformação da vida humana já registrada e não foi uma mera aceleração do crescimento econômico, mas uma aceleração de crescimento em virtude da transformação econômica e social” (HOBSEBAWM, 2000).

A Indústria 4.0 vem trazendo novos conceitos e está alterando a organização atual do processo produtivo, deixarão de existir células isoladas para se tornarem células integradas, com isto ganha-se em eficiência permitindo um fluxo mais inteligente de insumos e produtos. Seguindo esta linha, haverá integração da indústria como sua cadeia de fornecedores e com o mercado consumidor, informações serão trocadas e utilizadas na obtenção de um gerenciamento de produção mais preciso, possibilitando a realização de setups mais ágeis e sempre acompanhando o dinamismo do mercado.

O termo indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011 e faz parte de um projeto estratégico para aumentar a produtividade da indústria alemã fazendo uso de inovações de alta tecnologia. Em 2012 o grupo responsável pelo projeto e liderado por Siegfried Dais (Robert Bosch GmbH) e Kagermann (acatech), apresentaram um relatório ao governo alemão traçando estratégias para a implementação da INDÚSTRIA 4.0. Em 2013 o trabalho do grupo foi apresentado na feira de Hannover com o título: Recomendações estratégicas para a implementação da INDÚSTRIA 4.0, onde listava os passos necessários para a implementação de uma indústria no formato 4.0 (BERTULUCCI, 2016).

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimento metodológicos

Como resultado dessas análises, foram implementadas manutenções preventivas fundamentadas em análises das ocorrências dos equipamentos, o que resultou em um aumento significativo na disponibilidade e confiabilidade do desempenho durante a produção. No entanto, à medida que avançamos nessa abordagem, os custos associados à manutenção e operação dos equipamentos se tornaram um desafio, exigindo a implementação de uma estratégia de manutenção aprimorada, com monitoramento contínuo, a fim de prevenir falhas e garantir a disponibilidade ininterrupta da produção. Essa nova abordagem visa otimizar a eficiência e minimizar custos, mantendo um equilíbrio entre a manutenção preventiva e a corretiva, resultando em operações mais robustas e sustentáveis.

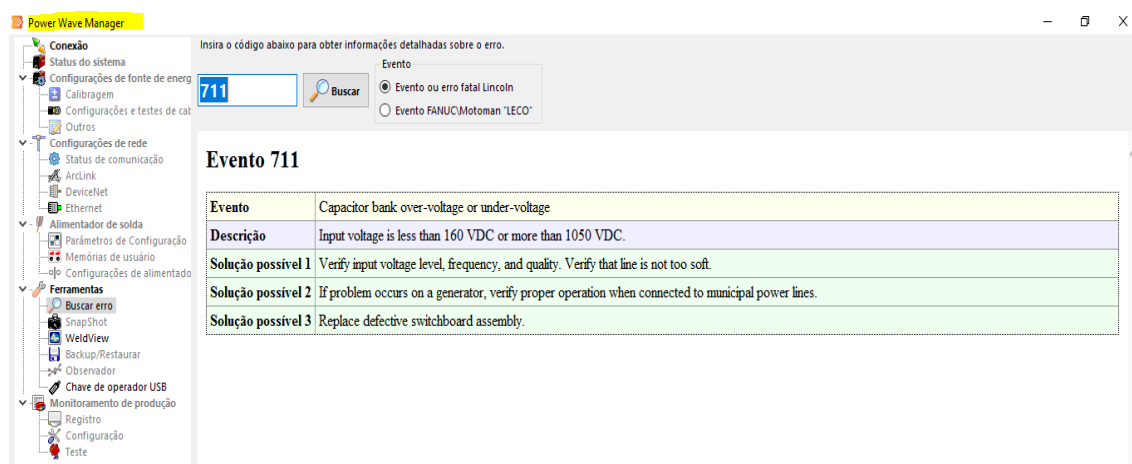
Descrição do estudo de caso

Durante o estudo de caso, realizamos uma análise aprofundada em uma empresa do setor agrícola, com foco na área de manutenção. Durante essa análise, coletamos dados relevantes relacionados à gestão de manutenção, bem como informações provenientes de parceiros e manuais técnicos. Dentre os diversos aspectos abordados nesse estudo, é válido ressaltar a importância das ordens preventivas de manutenção. Foi constatado que a implementação do sistema Manusis 4.0 no processo de manutenção teve um impacto significativo, melhorando consideravelmente a praticidade das atividades diárias. Essa implementação proporcionou uma ampla gama de benefícios, incluindo acesso a informações detalhadas, histórico de ocorrências de falhas e dados mais precisos para embasar as decisões tomadas. Essa melhoria substancial na eficiência do trabalho é um reflexo direto da adoção do sistema Manusis 4.0, contribuindo para uma gestão de manutenção mais eficaz e um desempenho aprimorado em todos os aspectos.

Exemplo: O software Power Wave Manager da Lincoln Electric exemplifica como a manutenção em uma máquina de solda pode ser eficientemente executada, proporcionando um diagnóstico preciso de erros.

A Figura 1 apresenta a interface do software.

Figura 1 – Interface do software Power Wave Manager.



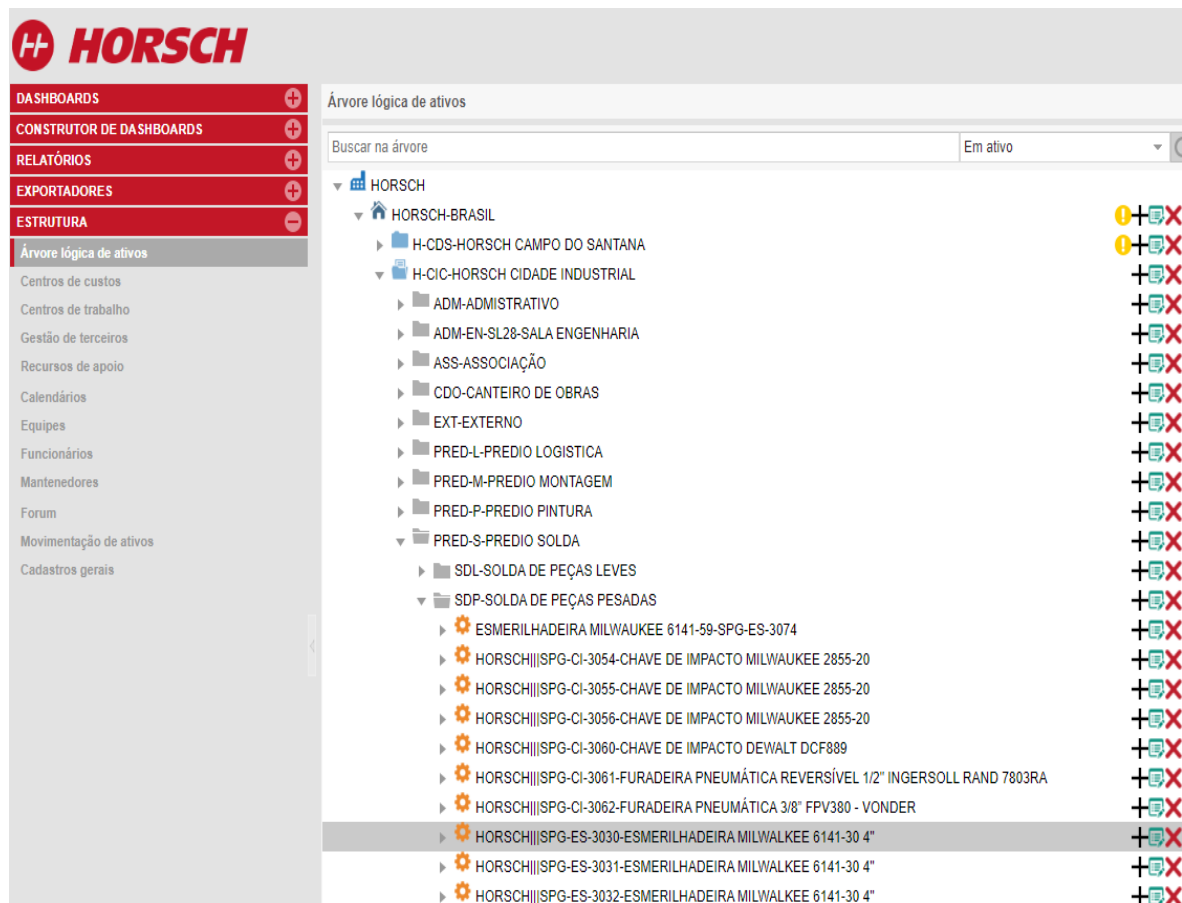
Fonte: O autor, 2023.

Outro exemplo relevante que estabelece uma conexão entre a indústria 4.0 e a manutenção é o uso do Big Data. O Big Data consiste na análise de

grandes volumes de dados gerados pela Internet das Coisas (IoT) e outras fontes, como sistemas de gestão de manutenção. Essa análise pode fornecer insights valiosos sobre o desempenho dos equipamentos, identificar padrões e tendências, e destacar oportunidades de melhoria na manutenção. Nesse contexto, podemos mencionar o Manusis 4.0 como um exemplo específico, um aplicativo de gestão de manutenção que utiliza essas informações para gerar um histórico completo de todas as atividades realizadas nos ativos.

A Figura 2 apresenta a Arvore de Equipamentos.

Figura 2 – **Arvore de Equipamentos.**



Fonte: O autor, 2023.

A figura apresenta a tela do sistema manusis 4.0, onde é possível exibir a estratificação dos equipamentos por localização.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

O manuis 4.0 é um software de gestão de manutenção, ele é composto de vários plugins que ajudam no dia a dia no gestor, planejador e mantenedor. Tais eles como: abertura de chamado, arvore logica de ativos, criar planos de manutenção, módulos de almoxarifado, análise de dashboards e várias outras funcionalidades.

A Figura 3 ilustra um exemplo em que um líder de manutenção está abrindo uma solicitação de serviço para um ativo específico.

Figura 3 - Modelo Solicitação de Serviço.

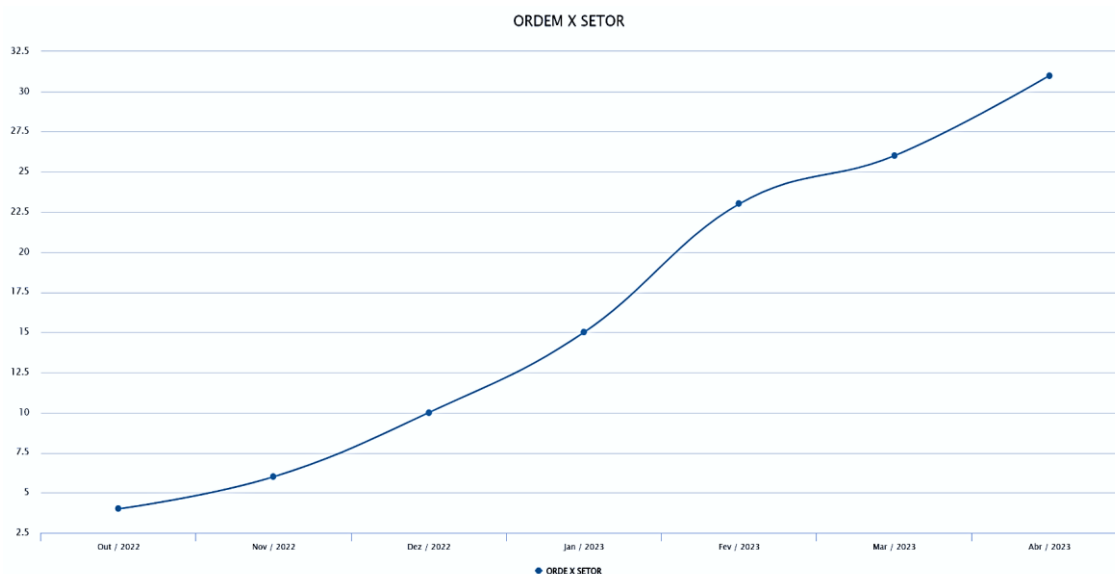
		Solicitação de serviço 00208 (Nova)		 SPP-MS-3109-LINCOLN SPEEDTEC 505 SP  04/05/2023 13:33	
Unidade: HORSCH-BRASIL					
Localização 1: H-CIC-HORSCH CIDADE INDUSTRIAL		Localização 3: SCL-SOLDA DE PEÇAS LEVES			
Localização 2: PRED-S-PREDIO SOLDA					
Ativo: SPP-MS-3109-LINCOLN SPEEDTEC 505 SP		Veiculo:			
Conjunto:		Posição:			
Subposição:		Componente:			
Máquina parada? ☒ Sim ☐ Não		Início parada de máquina: 04/05/2023 13:32			
Solicitante: Carlos Alexandre Alves Silva		Centro de custo: 856010-HORSCH CIDADE INDUSTRIAL			
Matricula: 00016		Ramal/telefone:			
Assunto principal: TOCHA NÃO FUNCIONA					
Assunto secundário:					
Documento de origem:					
Solicitação: gatilho da tocha mau contato					

Fonte: O autor, 2023.

Conforme será abordado ao longo do trabalho, foram observados avanços significativos no dia a dia, refletindo em maior facilidade de trabalho, organização, agilidade e resultados positivos. Esses avanços revelam diversas oportunidades de melhoria e novos projetos. Ao analisar as questões levantadas nesta pesquisa sobre as necessidades em constante evolução no setor da manutenção, fica evidente a importância das ações administrativas em um contexto global. Essas ações foram adotadas visando alcançar os objetivos de desenvolvimento e procedimentos, com o intuito de impulsionar a eficiência organizacional dos processos industriais. Como pode ser observado no gráfico abaixo, inicialmente houve certa resistência por parte de alguns setores em adotar essa ideia, porém, ao longo dos meses, houve um aumento exponencial no seu uso.

A Figura 4 demonstra quantidade de ordem de manutenção aberta x setor.

Figura 4 – Gráfico Ordem de manutenção x setor.



Fonte: O autor, 2023.

Conforme mencionado anteriormente, o projeto enfrentou certa resistência inicial por parte da fábrica ao introduzir uma nova ideia. No entanto, ao longo do tempo, a ideia foi ganhando aceitação gradual e sendo implementada com sucesso. Inicialmente, tínhamos uma média mensal de apenas 4 chamados de manutenção registrados. No entanto, com a adoção das novas práticas, essa média cresceu consideravelmente, ultrapassando atualmente a marca de 30 chamados mensais. Essa mudança representa um salto significativo na conscientização da importância da manutenção e no engajamento de toda a equipe.

Hoje em dia, todas as atividades corretivas ou de melhoria estão sujeitas à emissão de uma ordem de serviço. Essa prática visa comprovar os investimentos realizados e fornecer um histórico valioso para embasar decisões futuras relacionadas aos ativos. A implementação desse sistema trouxe maior transparência e rastreabilidade aos processos de manutenção, permitindo que sejam realizadas análises mais precisas e eficazes.

Em um outro caso estudado, foi analisada a diferença entre manutenções internas e externas, com ênfase na aquisição direta de peças e serviços junto aos fabricantes originais dos equipamentos, em vez de recorrer a distribuidores

autorizados. Essa estratégia tem como objetivo principal garantir a qualidade e a confiabilidade das peças utilizadas, além de fortalecer o relacionamento direto com os fabricantes. Ao adquirir diretamente dos fabricantes, podemos ter acesso a produtos genuínos e contar com o suporte especializado necessário para uma manutenção eficiente e de alta qualidade. Essa abordagem otimiza os processos de manutenção, reduzindo a dependência de intermediários e aumentando a agilidade na resolução de problemas.

Essas melhorias na gestão de manutenção têm gerado resultados positivos em diversos aspectos. Além de aumentar a eficiência operacional e a confiabilidade dos equipamentos, essas práticas têm proporcionado uma redução significativa nos custos de manutenção. Com a aquisição direta de peças e serviços, eliminamos margens de lucro adicionais e garantimos a procedência e a qualidade dos produtos utilizados.

Em suma, a implementação dessas mudanças tem proporcionado um ambiente de trabalho mais eficiente e estruturado, com maior controle sobre as atividades de manutenção. A adoção de práticas como a emissão de ordens de serviço e a aquisição direta de peças dos fabricantes originais tem contribuído para a melhoria contínua dos processos e para a obtenção de resultados cada vez mais satisfatórios.

Figura 5. – Orçamento de peças de manutenção – Distribuidor Autorizado.

Peças						
Descrição	Código	Quantidade	UN	Localização	Preço un	Valor total
CJ ELETRONICO - 2755-2754	14-20-0016	1,00	UN	CESTO 01	1.215,00	1.215,00
** BOTÃO DE VELOCIDADE	45-24-0044	1,00	UN		49,00	49,00
CAIXA DE ENGRENAGEM - 2755-2759	14-30-0013	1,00	UN		552,55	552,55
** BATEDOR	14-46-0016	1,00	UN		609,35	609,35
** KIT DE CARÇAÇAS	31-44-0033	1,00	UN		168,30	168,30

Fonte: O autor, 2023.



Figura 5. – Orçamento de peças de manutenção – Fabricante Original.

Número do orçamento 43053		Emitido em 07/04/2022		Vendedor 400-DEISE DAINARA MARTINS								
Cliente 25630 - HORSCH DO BRASIL IND COM E IMPORTACAO DE MAQUINAS LTDA				UF PR	Inscr. Est. 			CNPJ/CPF 				
Aos Cuidados de				E-mail al			Telefone 					
Código	Descrição do item	Data Entr.	NCM	UN	Qtde	Preço Unit	% ICMS	Vlr. ICMS	% IPI	Vlr. IPI	Vlr. ST	Total c/ ICMS ST e IPI
14-20-0016	CJ ELETRONICO - 2755-2754		85369010	UN	1,00	616,40	4,00	27,43	11,25	69,35	117,08	802,83
45-24-0044	BOTÃO DE VELOCIDADE - 2755-2754		39269090	UN	1,00	31,31	4,00	1,39	11,25	3,52	0,00	34,83
14-30-0013	CAIXA DE ENGRENAGEM - 2755-2759		84839000	UN	1,00	394,66	4,00	15,79	0,00	0,00	0,00	394,66
14-46-0016	BATEDOR - 2755-2759-2754		84679900	UN	1,00	320,15	4,00	13,57	6,00	19,21	92,98	432,34
31-44-0033	KIT DE CARÇAÇAS - 2755-2754		84679900	UN	1,00	88,85	4,00	3,77	6,00	5,33	25,80	119,98
22-64-3435N	CABO ELÉTRICO PP 2 X 1MM 3 MTS		85444200	UN	1,00	45,39	4,00	1,88	3,75	1,70	11,61	58,70
22-18-2245	JG ESCOVA DE CARVÃO -6117/6141/6149		85452000	JG	1,00	52,66	4,00	2,26	7,50	3,95	0,00	56,61

Fonte: O autor, 2023.

Ao adotarmos a estratégia de não terceirizar os trabalhos e estabelecer uma relação direta com os distribuidores para aquisição de peças, os resultados obtidos foram ainda mais impactantes do que inicialmente esperávamos. A redução de mais de 50% no custo total da manutenção foi um marco significativo, proporcionando uma economia substancial para a empresa.

Além dos benefícios financeiros, essa abordagem também teve um efeito notável no tempo de reparo dos equipamentos. Com a aquisição direta das peças, eliminamos a demora e a burocracia envolvida ao depender de intermediários, resultando em uma diminuição considerável no tempo necessário para a conclusão dos reparos. Essa redução no tempo de inatividade teve um impacto direto na produtividade, permitindo que a produção seja retomada de forma mais rápida e eficiente.

Outro aspecto importante a ser destacado é o controle mais efetivo que obtivemos sobre as atividades de manutenção. Ao não depender de terceiros, conseguimos ter uma visão mais clara dos custos envolvidos em cada etapa do processo, o que nos possibilitou identificar oportunidades de otimização e eficiência. Essa visão detalhada dos gastos nos permitiu tomar decisões mais embasadas e implementar ações corretivas de forma mais assertiva.

A mudança para uma abordagem interna fortaleceu ainda mais nossa equipe de manutenção. Ao desenvolvermos expertise interna em reparos e manutenção, estamos capacitados para lidar com desafios e resolver problemas de forma mais eficiente. Além disso, o relacionamento direto com os fornecedores originais nos proporciona benefícios adicionais, como acesso a informações técnicas mais atualizadas e suporte especializado.

Esses resultados positivos criaram uma base sólida para futuras ações de melhoria contínua. Estamos em uma posição vantajosa para enfrentar desafios futuros relacionados à manutenção e disponibilidade de equipamentos, pois temos um conhecimento aprofundado do funcionamento dos nossos ativos e um controle mais preciso sobre o processo de manutenção.

Em resumo, a decisão estratégica de não terceirizar os trabalhos e adquirir peças diretamente dos distribuidores resultou em uma redução expressiva nos custos de manutenção, uma melhoria significativa no tempo de reparo, um controle mais efetivo das atividades e um fortalecimento da equipe interna de manutenção. Essa abordagem nos posiciona de forma vantajosa para enfrentar os desafios do futuro e buscar constantemente aprimorar nossos processos de manutenção, contribuindo para o sucesso geral da empresa.

CONCLUSÃO

Após uma análise aprofundada, fica clara a importância da implementação de um sistema de gerenciamento de manutenção aprimorado em uma planta fabril, utilizando ferramentas da indústria 4.0. A adoção de tecnologias e práticas avançadas possibilita às empresas obter melhores resultados na gestão da manutenção, reduzindo custos e aumentando a eficiência do processo produtivo.

Para alcançar um sistema de gerenciamento de manutenção mais eficiente, é crucial realizar uma análise abrangente de dados e utilizar ferramentas que permitam o monitoramento em tempo real dos equipamentos, a detecção precoce de falhas e a automação de processos. Essas abordagens permitem uma gestão proativa, evitando paradas não planejadas e minimizando o tempo de inatividade.

Nesse contexto, é fundamental que as empresas invistam na capacitação e no treinamento de seus colaboradores, a fim de que possam aproveitar ao máximo as tecnologias disponíveis e obter os benefícios proporcionados pela gestão de manutenção baseada na indústria 4.0. Além disso, a colaboração entre os setores de produção e manutenção torna-se essencial para o compartilhamento de informações e a otimização dos processos.

Em conclusão, a melhoria do sistema de gerenciamento de manutenção representa um investimento significativo para as empresas que buscam aumentar a produtividade, reduzir os custos e aprimorar a qualidade do produto. Ao adotar práticas inovadoras da indústria 4.0, as organizações podem impulsionar sua competitividade no mercado, mantendo-se alinhadas com as demandas em constante evolução da indústria.

Considerando as possibilidades e benefícios decorrentes da implementação de um sistema de gerenciamento de manutenção baseado na indústria 4.0, há diversas áreas que podem ser exploradas em trabalhos futuros, sendo:

1. **Análise de dados avançada:** Investigar e desenvolver técnicas de análise de dados mais avançadas, como aprendizado de máquina e inteligência artificial, para melhorar a previsão de falhas, otimizar o planejamento da manutenção e fornecer insights mais precisos para a tomada de decisões estratégicas.
2. **Manutenção autônoma e robótica:** Investigar o potencial da robótica e da automação na execução de atividades de manutenção, incluindo inspeção, reparo e substituição de componentes, com o objetivo de reduzir ainda mais o tempo de inatividade e aumentar a eficiência do processo de manutenção.

Essas sugestões de trabalhos futuros destacam áreas promissoras para pesquisa e desenvolvimento no campo do gerenciamento de manutenção na indústria 4.0. Cada uma dessas áreas oferece oportunidades para aprimorar ainda mais a eficiência, a confiabilidade e a produtividade dos processos de manutenção, impulsionando o desempenho geral das empresas.

REFERÊNCIAS

BERTULUCCI, Cristiano Silveira.” O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo”. Disponível em. Acesso em: 07 de maio de 2023.

HOBBSAWM, “Eric “A Era das Revoluções”. Acesso em 08 de maio de 2023.

IGLÉSIAS, Francisco. “A Revolução Industrial”, 5º edição 1984, editora Brasiliense.

KARDEC, Allan; CARVALHO, Cláudio. Gestão estratégica e terceirização. Qualitymark Editora Ltda, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. Manutenção: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 9 p. Acesso em: 08 de maio de 2023.

MÁRQUEZ, A. C. et al. The maintenance management framework: a practical view to maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 15, n. 2, p. 167-178, 2009.

SLACK, N, HARRISON, A.; HARLAND, C.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2010.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial. São Paulo: Edipro, 2016. Acesso em 09 de maio de 2023.

TAVARES, L. Excelência na Manutenção – Estratégias, otimização e Gerenciamento. Salvador: Casa da Qualidade, 1999