

MELHORIA CONTÍNUA E MANUTENÇÃO PREDITIVA: ESTUDO DE CASO DE FÁBRICA DE ÓLEO LUBRIFICANTE

CONTINUOUS IMPROVEMENT AND PREDICTIVE MAINTENANCE: CASE STUDY OF A LUBE OIL FACTORY

CAMPOS, Matheus¹
CAMPOS, Luiz Claudio Rego²

Resumo: Para que a eficiência seja um fator que diferencie uma organização e para que seja possível oferecer qualidade ao seu público, é imprescindível que a melhoria contínua esteja presente dentro da organização. Neste artigo, analisaremos como a realização de manutenção preditiva, novos controles operacionais e uma mudança de mentalidade por parte dos operadores de produção pode resultar em uma melhora de performance de uma linha de produção. Foi realizado um estudo de caso das mudanças realizadas em uma fábrica de óleo lubrificante em uma linha de produção de 1L.

Palavras-chave: Melhoria contínua, Manutenção preditiva, Fábrica.

Abstract: For efficiency to be a factor that differentiates an organization and for it to be able to offer quality to its audience, it is essential that continuous improvement is present within the organization. In this article we will analyze how carrying out predictive maintenance, new operational controls and a change of mentality on the part of production operators can result in an improvement in the performance of a production line. A case study was carried out on the changes made in a lubricating oil factory in a 1L production line.

Keywords: Continuous improvement, Predictive maintenance, Factory.

¹ Bacharelado em Engenharia Produção – Universidade Santa Úrsula – matheus.campos@souusu.com.br

² Engenharia – Universidade Santa Úrsula – luizclaudio.campos@usu.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Mudanças de mentalidade e processos dentro das empresas podem resultar em mudanças significativas nos seus resultados, sem que seja necessário um grande investimento de dinheiro.

A clara tomada de consciência de que todas as organizações/empresas têm um potencial infinito que está todos os dias a ser desperdiçado e adiado, com perdas para todos. As empresas estão a perder diariamente oportunidades de se tornarem mais competitivas, de crescerem, de servirem melhor os seus colaboradores, os seus clientes e os seus fornecedores, assim como as famílias e as comunidades onde se localizam e integram. (CARVALHO, 2021).

A minha experiência de mais de 30 anos em indústria, em multinacionais de setores competitivos e em vários países, permitiu-me comprovar que os processos, os sistemas e as ferramentas são importantes, mas os propósitos, os valores, os líderes, a partilha, a paixão e o entusiasmo, as pessoas e as suas dinâmicas são verdadeiramente essenciais e são a única real vantagem competitiva de longo prazo de que as empresas dispõem sobre os seus concorrentes. (CARVALHO, 2021).

Praticar a melhoria contínua e a busca da excelência nas organizações, como forma de vida, ao serviço de um propósito claro e inspirador, pode ser extremamente poderoso se for consistentemente praticado todos os dias. (CARVALHO, 2021).

Da mesma forma que conseguimos alcançar grandes resultados com melhoria contínua, a manutenção preditiva é um dos métodos utilizados para prevenir danos e falhas de máquinas e equipamentos. É uma forma eficiente de acompanhar equipamentos periodicamente, utilizando várias técnicas de manutenção, como por exemplo, inspeção visual, análise de vibração, ultrassom, entre outras técnicas de análise não destrutivas.

A manutenção preditiva é definida pela medição e análise de variáveis da máquina que possam identificar uma possível falha. Dessa forma, é possível toda equipe verificar de forma sistemática, o andamento de todos os equipamentos através de testes e prevenir possíveis falhas, fazendo com que o processo não seja encarecido, e precise fazer várias paradas durante a produção. (Marcorin et al. ,2003).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente, as empresas vêm se preocupando cada vez mais em oferecer produtos e serviços de qualidade que atendam às expectativas do cliente. Outro desafio constante é a

redução do tempo gasto nas atividades de operação, pois quanto mais rápido o processo é realizado, mais competitiva se torna a empresa e melhor o custo/benefício. (CORRÊA; GIANESI, 1993)

Tornando-se fator fundamental no cenário mercadológico a prática da melhoria contínua nas empresas vem crescendo cada vez mais. Facilitando o desenvolvimento e oferecendo às empresas flexibilidade para atuarem às rápidas mudanças, para enfim, aprimorarem seus processos e produtos já existentes e os que futuramente venham a serem lançados. (MARCHWINSKI E SHOOK, 2007).

Entretanto, essa busca pela constante melhoria dos processos e pela adequação dos negócios às necessidades do mercado, não é recente. Nos anos 50, os japoneses baseados nos métodos científicos da época, buscaram retomar as ideias da administração clássica de Taylor, para aprimorar as suas atividades industriais e garantir maiores lucros ao negócio. Para isso, criaram um conceito chamado de Kaizen, que etimologicamente significa aprimoramento contínuo (CORREA; GIANESI, 1993).

A metodologia Kaizen foi criada pelo engenheiro Taich Ohno e difundiu-se mundialmente pela sua grande aplicação nos sistemas produtivos do Sistema Toyota. Ela baseava-se nos princípios de Taylor e buscava constantemente a melhoria contínua e a qualidade máxima dos produtos oferecidos (IMAI, 1994).

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa “mudar para melhor”. Para o sistema de produção japonês, onde essa metodologia foi desenvolvida, ela é compreendida como “Melhoria Contínua”.

Boa parte das empresas brasileiras ainda atuam dentro do paradigma do passado, algumas poucas já conseguiram caminhar para o paradigma moderno é, apenas, uma pequena minoria já trabalha, hoje, dentro do paradigma do futuro e estão dando grandes saltos nos resultados empresariais. (KARDEC & NASCIF, 2009).

A manutenção preditiva é definida pela medição e análise de variáveis da máquina que possam identificar uma possível falha. Dessa forma, é possível toda equipe verificar de forma sistemática, o andamento de todos os equipamentos através de testes e prevenir possíveis falhas, fazendo com que o processo não seja encarecido, e precise fazer várias paradas durante a produção. (Marcorin et al. (2003).

Na manutenção preditiva o campo de atuação tem uma grande ampliação, sendo que em determinado equipamento ou instalação é possível anexar pelo menos um conceito de aplicação, as mais usuais e conhecidas são a análise de vibração, ferrografia, termografia, ultrassom e análise de pressões (LIMA; ARANTES, 2008).

Manutenção preditiva é a realização de algumas atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que informam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, objetivando definir a necessidade ou não de intervenção. (OTANI; MACHADO, 2008).

Tem como característica básica o monitoramento de parâmetros que caracterizam o estado de funcionamento dos equipamentos, os métodos empregados envolvem técnicas e procedimentos de medida, acompanhamento e análise desses parâmetros. A Manutenção Preditiva também é denominada como Manutenção Preventiva baseada na condição. (ARATO JUNIOR, 2004).

A visão que se tem da manutenção é fazer a reparação de itens que estão danificados, por esse ponto de vista limitado, às atividades mantenedoras estariam restritas a tarefas de ações para reparo. Porém, numa forma mais ampla e recente o objetivo da manutenção é manter o instrumento funcionando de acordo com as condições do projeto, ou restaurá-lo para tais condições, observando as necessidades físicas necessárias para um bom desenvolvimento da produção. Evidentemente, este conceito permite ter uma visão holística, fazendo a inclusão de uma abordagem proativa, tendo início desde os serviços rotineiros e inspeções periódicas até a reposição preventiva e monitoramento das condições (PASCHOAL, 2009).

É necessário planejar a manutenção, de maneira a administrar corretamente as mais diversas variáveis envolvidas em sua gestão: desde o planejamento de compras e dimensionamento de estoques de materiais até a interferência na produção, com planos de paradas. Sem um estudo minucioso da cada área e cada ativo físico, destacando a criticidade para o processo e os impactos de uma possível falha, dificilmente será estabelecido um plano de manutenção que beneficia amplamente a empresa, reduzindo custos, aumentando disponibilidade e vida útil de equipamentos e melhorando a segurança do ambiente de trabalho. (KARDEC & NASCIF, 2009)

Para assegurar as operações corretas dos equipamentos e obter dos equipamentos a maior disponibilidade possível, ou seja, sustentação do sistema sem desviar o objetivo da elevação das receitas (rentabilidade)”. A atuação da manutenção moderna não é restrita apenas à ação corretiva, mas, ao contrário, está fundamentalmente ligada à gestão dos ativos industriais, garantindo disponibilidade e confiabilidade a um custo reduzido e, portanto, impactando diretamente no resultado operacional da empresa. (SOUZA, 2008, p. 20).

3. METODOLOGIA

Na etapa inicial, foi feita uma pesquisa bibliográfica que serviu como base para fundamentar o estudo de caso. As técnicas de pesquisa foram a documentação e observação. Na fase de coleta de dados, o método utilizado foi a pesquisa de campo, sendo realizada uma coleta de dados feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorreram. A pesquisa foi realizada em uma fábrica de óleo lubrificante. Para o tratamento e análise das informações, foram usados os dados coletados na pesquisa de campo. Por fim, temos as discussões dos resultados com apoio na literatura acadêmica e as conclusões do estudo.

Este estudo fez o uso da metodologia em estudo de caso. A pesquisa foi dividida em três etapas.

Tabela 1 - Fluxograma de estruturação da pesquisa



Fonte: O autor (2023)

4. ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso tem como ideia central analisar como a realização de manutenção preditiva, novos controles operacionais e uma mudança de mentalidade por parte dos operadores de produção resulta em uma melhora de performance de uma linha de produção.

Este estudo foi realizado em uma fábrica de óleo lubrificante em uma linha de produção de 1L. Esta linha é composta por 4 operadores por turno, divididos entre as máquinas: despaletizador (2), rotuladora (1), dosadora (1), encartonadora e paletizadora (1). O projeto foi

realizado apenas em três máquinas dessa linha de produção. Na encartonadora, na dosadora e na paletizadora.

Devido a uma fusão de empresas, muitos funcionários foram transferidos da fábrica da empresa A para a fábrica da empresa B. Com isso, a fábrica apresentava dois tipos de funcionários: um tipo acostumado com processos de melhoria contínua e organizacionais e outros que ainda não tinham muita familiaridade com isso.

Com isso, foi observado que apesar de existirem programas como o Kaizen, poucos operadores o realizavam, por comodidade com o funcionamento da fábrica, “sempre funcionou assim” ou por acharem que não servia para nada.

Outro problema observado era que as manutenções realizadas nesta fábrica eram majoritariamente do tipo corretivas, só sendo realizadas quando a máquina parava de funcionar. Logo, a manutenção atuava, principalmente, quando a linha de operação havia parado sua produção por decorrência de um problema no maquinário.

O maquinário já tem mais de 30 anos e encontrava-se com alta concentração de sujeira ao início do projeto.

Ao analisar as paradas de máquina da linha de produção, em busca de gargalos na produção, observou-se que paradas decorrentes de más condições e sujeira eram constantes, diminuindo o OEE da linha de produção. Além disso, como muitos dos operadores não apresentavam a mentalidade de melhoria contínua e de zelo pelo seu maquinário, a limpeza era realizada apenas na sua área de trabalho e raramente do maquinário.

Para a realização do projeto foi necessária a cooperação de diversos setores da empresa, como manutenção, produção, setor de projetos, PCP, entre outros.

Com isso, observou-se a realização de diversos passos dentro do projeto com a finalidade de implementar novos controles operacionais, melhorar a mentalidade de melhoria contínua e mudar a forma de atuação da manutenção.

O primeiro passo do projeto foi a realização de um chamado “Dia D”. Nele, foi acertado com o PCP que seria separado um turno inteiro para parar a linha de operação a fim de realizar uma limpeza e inspeção completa nos maquinários. Com isso, foi mobilizada uma equipe de operadores e manutentores que realizaram uma limpeza profunda em todas as máquinas pertencentes ao projeto. Além disso, eram anotados eventuais problemas presentes nas máquinas conforme detectados no decorrer da limpeza. A ideia do Dia D era colocar a máquina em plenas condições de limpeza e conservação para o início do projeto.

O segundo passo foi organizar, com a manutenção, planos de ações para os problemas detectados no dia D, para realizar as correções necessárias, antes de uma eventual quebra ou

parada de máquina. Para isso, também era necessário estar em constante contato com o PCP para encontrar brechas na programação para uma eventual atuação da manutenção na linha de produção de 1L da fábrica. Esse contato entre os setores seria vital para todo o andamento do projeto, pois eventuais problemas seriam detectados posteriormente.

Paralelo a isso, foi realizado um plano de inspeção, junto a um treinamento sobre o plano com os operadores da linha. Os operadores agora deveriam realizar o check list do plano de inspeção, durante sua passagem de turno. Esse plano de inspeção tem como objetivo gerar no operador a ideia de observar a sua máquina, para ser possível detectar possíveis pontos críticos antes de eles ocasionarem a parada da máquina.

Após a assimilação do novo plano de inspeção, foi elaborado um plano de limpeza que seria anexado ao plano de inspeção, junto a um treinamento sobre o plano com os operadores da linha. Junto a isso os operadores receberam do PCP mais 10 minutos para a realização da troca de turno para poderem realizar os check lists elaborados. Esse novo plano de limpeza tem como objetivo facilitar a observação da linha de produção e evitar paradas de linha e maiores desgastes do maquinário devido a sujeira.

Com os planos de inspeção e limpeza definidos e executados, os operadores passaram a relatar mais problemas do que antes para a manutenção, resultando também na descoberta de pontos de sujeira recorrentes, causados por problemas no maquinário.

Exemplificando um desses problemas: foi relatado que, na parte interna da dosadora, mesmo após a limpeza, os operadores observaram que a máquina se sujava rapidamente. A manutenção foi contactada e foi descoberto que o problema ocorria devido aos bicos de enchimento não estarem realizando o fechamento completo, após encher o frasco, gotejando sobre os frascos e sobre a máquina. Com isso, foi realizada a compra de novos bicos de dosadora, e agendado um sábado com o PCP para a realização da troca de todos os bicos da máquina, antes de um possível agravamento do problema, que resultaria em uma grande paralisação na produção e possível vazamento de óleo sobre a máquina.

Outro problema detectado no projeto foi a falta de sinalização das tubulações e manômetros, que poderiam causar eventuais problemas de contaminação do produto ou até mesmo vazamento. Por conta disso, foi realizado um plano de gestão visual, com a realização de sinalizações, através de placas e adesivos nas tubulações e nos manômetros.

Figura 1: Parte do Plano de Inspeção da Dosadora

LINHA : EQUIPAMENTO:		24/1 Nova DOSADORA		CLASSIFICAÇÃO ABC DO EQUIPAMENTO:		A					
MÁQ. LIG/ DESL	PONTO	ITEM	ATIVIDADE	MÉTODO	FERRAMENTAS	PADRÃO	AÇÃO EM CASO DE ANORMALIDADES	TEMPO PLANEJADO (DIÁRIO)	FREQUÊNCIA	Fonte de Sujeira	
L	1	Sensores da esteira de entrada da enchedora	INSPEÇÃO				LUP-061	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	D	N/A
L	2	Bloco Regulador, Manômetro Geral Enchedora	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	S	N/A
L	3	Bloco Regulador, Manômetro Expulsador	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	T	N/A
L	4	Manômetros Gerais Rosqueador	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	T	N/A
L	5	Válvula Geral de Ar Comprimido (Enchedora)	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	T	N/A
L	6	Manômetro da Bomba de Transferência de Grupo	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	T	N/A
L	7	Válvulas do Manifold de Transferência de Grupo	INSPEÇÃO				LUP-094	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	D	N/A
L	8	Manômetro de Entrada (Leak-Test)	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	D	N/A
L	9	Bloco de Manômetro de Vácuo (Leak-Test)	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	D	N/A
L	10	Bloco Regulador de Pressão (Expulsador, Leak-Test)	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	D	N/A
L	11	Válvula de Abertura de Ar Comprimido	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2	S	N/A
L	12	Verificar válvulas (2) de Ar do Trocador de Calor	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
L	13	Verificar Manômetro de Abertura de Vazão de Água do Trocador (6-8 bar)	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
L	14	Verificar Válvula de Saída do Trocador	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
L	15	Verificar Válvula de Entrada do Trocador	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
L	16	Verificar Válvula do ByPass	INSPEÇÃO				LUP-090	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
L	17	Verificar Manômetro do Filtro	INSPEÇÃO				LUP-093	Aclonar a Manutenção e Abertura de etiquetas	2		N/A
TEMPO PLANEJADO NA QUINZENA								22	ITENS PROGRAMADOS NA QUINZENA		

Fonte: Indicador Fábrica (2023)

Figura 2 - Parte do Checklist do plano de inspeção

Máquina Ligada (L) Máquina Desligada (D)			LINHA: EQUIPAMENTO:		24/1 Nova DOSADORA		CLASSIFICAÇÃO ABC DO EQUIPAMENTO:		A						
Ponto	ITEM	LUP	MÁQ. LIG/ DESL?	TEMPO	FREQ.	DATA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	SENSORES DA ESTEIRA DE ENTRADA DA ENCHEDORA.	LUP-061	L	2	D	1º									
						2º									
						3º									
2	PARTE INTERNA DO CAVALO MARINHO.	LUP-062	D	4	Q	1º									
						2º									
						3º									
3	PISO DA PARTE DE DENTRO ENCHEDORA	LUP-063	D	10	T	1º									
						2º									
						3º									
4	BALANÇAS DE FRASCOS E GUIA DA ENCHEDORA	LUP-060	D	10	D	1º									
						2º									

Fonte: Indicador Fábrica (2023)

5. RESULTADOS

Após o início das implementações dos planos de inspeção e limpeza foi observado uma relutância por parte dos operadores em relação aos novos procedimentos, que não os realizavam alegando falta de tempo ou que haviam esquecido. Por conta disso, foi necessário que a supervisão eventualmente fizesse vistorias nos procedimentos para garantir a sua realização.

Também foi observado um estímulo muito grande da outra parte dos operadores em relação a realização das novas atividades.

Manutenções preditivas passaram a ser mais recorrentes no maquinário, sendo programadas junto ao PCC para se adaptarem aos cronogramas de produção e utilizando dias, como sábado, que não haveria produção para realização de manutenções maiores. Um exemplo significativo foi a troca dos bicos da dosadora.

Foi observado uma melhora significativa na gestão visual da fábrica com uma sinalização mais clara das tubulações e dos manômetros, o que diminui o risco de abertura indevida de tubulações e facilita a leitura correta da pressão presente nos manômetros da linha de produção.

Com o passar dos meses de projeto foi observado uma adesão maior ao projeto por parte da operação, os operadores que relutavam passaram a acreditar mais no projeto após aparecerem os primeiros efeitos positivos no seu dia a dia de trabalho.

Outras atividades que já eram presentes na fábrica foram afetadas de forma positiva após meses de projeto, tendo por exemplo um aumento na realização de Kaizen de melhoria e de segurança por parte da operação.

Através das implementações dos planos de inspeção e limpeza e a realização de manutenção preditiva observou-se uma diminuição das paradas de máquina ao longo dos meses.

Com isso após as mudanças realizadas no projeto foi observado uma melhora de performance na linha de produção, com um aumento significativo de OEE, tendo em vista que o período de 7 meses referente à Janeiro de 2023 a Julho de 2023 que tinha uma média de 44,44% e o período de 7 meses referente a Agosto de 2023 a Fevereiro de 2024 teve uma média de 52,10%. Totalizando assim um aumento de 7,66% de OEE na linha de produção estudada.

OEE é um indicador de desempenho para máquinas de uma fábrica que mede a eficiência global do equipamento.

A linha de produção estudada produziu cerca de 1.396.909 caixas no ano de 2023, que corresponde a cerca de 33.525.816 litros de óleo lubrificante.

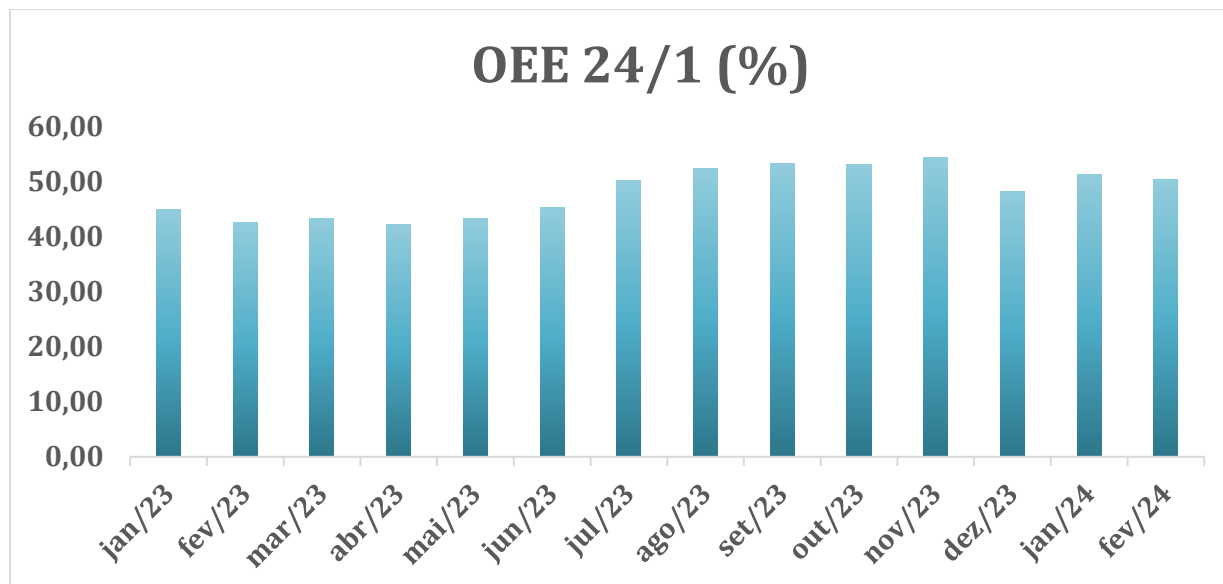
A linha tem cerca de 99 produtos na linha, 118 Variações de Tampas, Rótulos, Frasco, Cartão e média de 5 setups diários com 40 minutos de duração.

Alguns fatores que também interferem no OEE da linha são as paradas corretivas, problemas operacionais, problemas com qualidade de insumo e perda de desempenho, troca de turno e DDS(Discussão diária de segurança).

O aumento de OEE de 7,66% foi em função principalmente da diminuição das paradas corretivas e problemas operacionais.

Com isso, o aumento de OEE de 7,66% corresponde a cerca de 107.003 caixas a mais produzidas ao ano e 2.568.072 litros ao ano produzidos a mais ao ano.

Figura 3 – OEE da Linha de Produção 24/1



Fonte: Indicador fábrica (2023)

Figura 4: Antes da Gestão Visual



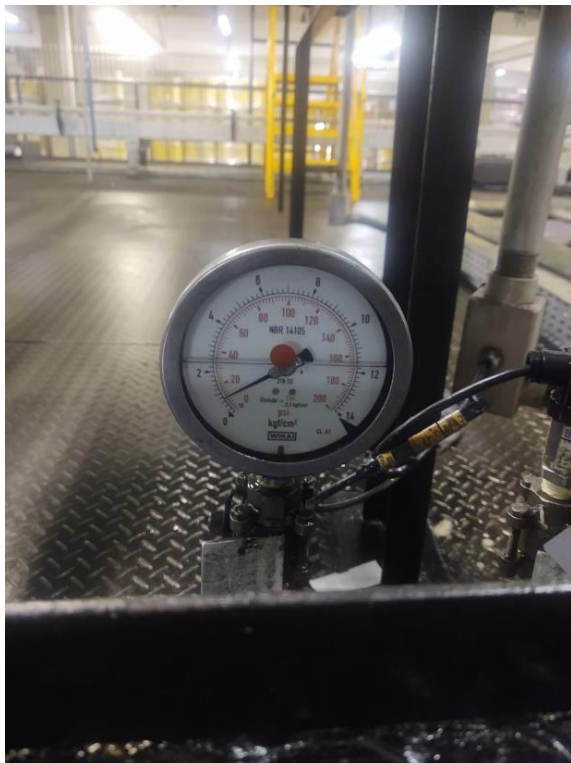
Fonte: O autor (2023)

Figura 5: Depois da Gestão Visual



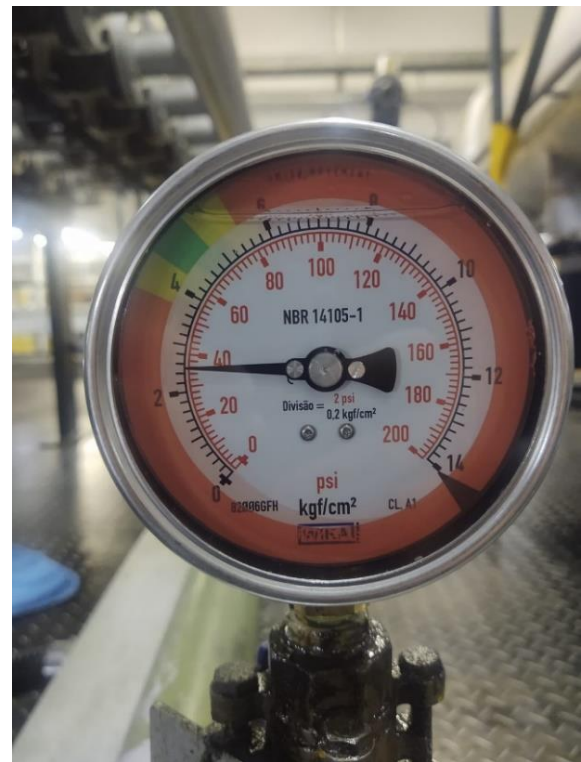
Fonte: O autor (2023)

Figura 6: Antes da Gestão Visual



Fonte: O autor (2023)

Figura 7: Depois da Gestão Visual



Fonte: O autor (2023)

6. CONCLUSÃO

Na engenharia gerir os recursos disponíveis é de vital importância para o sucesso de qualquer empresa. Sempre existiram custos que podem ser diminuídos, processos produtivos para serem otimizados, e problemas que necessitam de soluções e para isso a melhoria continua deve estar presente dentro das mentes dos gestores e dos colaboradores da empresa.

Nesse artigo foi possível observar como a mudança de mentalidade e processos dentro de uma empresa pode resultar em mudanças significativas nos seus resultados, sem que seja necessário um grande investimento de dinheiro.

Com a criação de alguns novos processos, uma organização melhor da manutenção e uma gestão visual, foi possível obter uma segurança maior nos procedimentos realizados na fábrica e obter uma melhora de OEE de 7,66% da linha de produção mais importante da fábrica.

Com isso, cabe aos engenheiros e gestores o papel de nunca se acomodar dentro dos processos e dentro da rotina do trabalho, sempre buscando melhorias, otimizações, inovações,

flexibilidade, diminuição de custo e aumento de produtividade em um ciclo constante de melhoria continua.

REFERÊNCIAS

ARATO JUNIOR, A. **Manutenção Preditiva: Usando Análise de Vibrações**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2004.

CARVALHO, **Melhoria Contínua nas Organizações**, José Dinis Carvalho com a colaboração de Rui M. Sousa, Lidel edições Técnicas, 2021.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. Just in time, MRP II e OPT: **um enfoque estratégico**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 5. ed. SP: IMAM, 1994.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

LIMA, Walter da Costa; ARANTES, Jose Antônio Salles. **Manutenção Preditiva: Caminho para a Excelência e Vantagem Competitiva**. XIII, SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, v. 6, 2008.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. 2. ed. São Paulo: Compilado pelo Lean Enterprise Institute, 2007.

MARCORIN, W. R ; LIMA, C. R. C., **Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos**. v. 11, n. 22, p. 35 - 42, 2003.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PASCHOAL, DÉBORA RODRIGUES DE SOUZA et al. **Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade**. Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA nº, v. 3, p. 1, 2009.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.