

AUMENTO DA CONFIABILIDADE NA PRODUÇÃO PELA IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

INCREASED RELIABILITY IN PRODUCTION BY IMPLEMENTING PREVENTIVE MAINTENANCE PLANS

Deiverson José da Silva¹
Thiago Araujo Simões²

RESUMO

A falta de uma manutenção preventiva funcional na linha de produção de qualquer fábrica acarreta várias manutenções corretivas impactando assim os indicadores de performance, custo e produtividade. Este trabalho irá abordar o uso do ciclo PDCA como metodologia, bem como o 5W1H para identificar o fenômeno e o 5 porquês para constatar a causa raiz do problema, respectivamente. A partir disso, foi implementado no sistema de gestão de ativos “Manusis” os planos de manutenções preventivas das linhas produtivas. Automaticamente o sistema gera as OM's (ordens de manutenção) para que os mantenedores executem as atividades programadas. Dessa forma, constatou uma eficiência na performance da linha produtiva devido a melhora de 32,78% em manutenções corretivas, além de ter obtido uma melhora em média de 3,58% do MTBF (tempo médio entre falhas) e uma redução média de 3,59% do MTTR (tempo médio para reparo).

Palavras-chave: manutenção; custo; performance; indicadores; produção.

ABSTRACT

The lack of functional preventive maintenance in the production line of any factory entails several corrective maintenances, thus impacting performance, cost and productivity indicators. This work will address the use of the PDCA cycle as a methodology, as well as the 5W1H to identify the phenomenon and the 5 whys to find the root cause of the problem, respectively. Based on this, preventive maintenance plans for production lines were implemented in the “Manusis” asset management system. The system automatically generates the OM's (maintenance orders) for the maintainers to carry out the scheduled activities. In this way, it verified an efficiency in the performance of the production line due to the improvement of 32.78% in corrective maintenance, in addition to having obtained an average improvement of 3.58% in the MTBF (mean time between failures) and an average reduction of 3.59% in MTTR (mean time to repair).

Keywords: maintenance; cost; performance; indicators; production.

¹ Bacharelado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. 2023

² Doutor em Engenharia Mecânica – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho.

INTRODUÇÃO

No mercado industrial toda e qualquer empresa que fabrique algum produto, ou preste determinado tipo de serviço, e que utilize máquinas, equipamentos ou dispositivos depende de meios que permitam a produção ou prestação do serviço. Sabemos que um dos grandes fatores para perda de produtividade são as manutenções corretivas que é indesejável em qualquer processo produtivo. O cenário atual altamente competitivo, exige que as empresas visualizem a manutenção como uma forma de aumentar a produtividade, que está diretamente relacionada à redução dos custos e pode proporcionar aumento de faturamento, melhorias na confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos (MENDES, 2011).

Nesse sentido, pode-se afirmar que, em todos os segmentos industriais, os períodos de indisponibilidade dos equipamentos afetam a capacidade produtiva de uma empresa, aumentando os custos operacionais e, em consequência, interferindo na qualidade do produto final e no atendimento aos clientes. As falhas em equipamentos podem representar grandes perdas econômicas e humanas, apresentando, em muitos casos, comprometimentos significativos para a imagem institucional das empresas. Na literatura especializada podem ser encontrados alguns exemplos de ocorrências de falhas, com repercussões trágicas para as organizações envolvidas e para o ambiente físico e social, tais como: Bhopal, Chernobyl, Challenger, Virginia Electric and Power Company, Three Miles Island. Essas ocorrências confirmam a relevância, nos dias de hoje, de se considerarem estratégicos os aspectos de segurança e de conservação do meio ambiente na manutenção. (NUNES, 2001).

Atualmente, a confiabilidade do processo produtivo está totalmente relacionada à manutenção dos equipamentos ou ativos.

Quando ocorrem falhas nos maquinários de uma indústria é evidente o aumento do lucro cessante, além disso, podem ser observados outros efeitos que também são críticos como: acidentes de trabalho, desvios de qualidade, redução da vida útil dos equipamentos e aumento dos custos para o restabelecimento emergencial da cadeia produtiva. Dessa forma, visando mitigar que os efeitos relatados anteriormente ocorram é necessária a estruturação de um departamento de inteligência da manutenção nas indústrias, denominado Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Neste o engenheiro de manutenção é um dos principais funcionários deste setor, sendo o profissional responsável pela definição de todas as metodologias para o uso da infraestrutura da empresa, encarregado de gerenciar o departamento de manutenção da companhia na qual atua.

Neste contexto, o grande foco do PCM é garantir a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade dos ativos. Sendo as suas principais responsabilidades: Definir metas e gerar indicadores de desempenho de manutenção; Criar planos de ação voltados para as metas estabelecidas; Elaborar planos de manutenção e procedimentos para manutenções preventivas, corretivas, inspeções e preditivas; Elaborar políticas de manutenção; Fazer a integração entre produção, produto, qualidade, projetos e TI. (SANDIM, 2021).

As formas de manutenção existentes dependem de cada situação que é apresentada de acordo com a falha ou defeito apontado no equipamento, que inclusive há uma diferença entre essas terminologias.

A Manutenção Preventiva - é a atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. Dessa maneira, a manutenção preventiva é um mecanismo utilizado para evitar a redução no desempenho ou o aparecimento de erros e

falhas, bem como defeitos no próprio equipamento, com a realização de um planejamento e execução em períodos previamente agendados. O sucesso desse tipo de manutenção é o intervalo de tempo predestinado a esse procedimento, quanto menos tempo mais a empresa tem produtividade (OTANI; MACHADO, 2008).

A Manutenção corretiva é utilizado para corrigir falhas momentâneas e ou para corrigir um problema que ocorreu em uma peça ou rolamento que, imprevisivelmente, causou a paralisação do maquinário. Considera-se uma manutenção que pode inclusive ser caracterizada com a quebra ou ruptura de um item interno do equipamento. Tem duas classificações, sendo elas: Manutenção corretiva não planejada – é a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior.

Manutenção corretiva planejada – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha. “Pelo seu próprio nome planejado”, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido. (OTANI; MACHADO, 2008).

Segundo Almeida (2000) a manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionada por condições. Ao invés de se fundar em estatística de vida média na planta industrial, por exemplo, tempo médio para falhar, para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto das condições mecânicas, rendimento do sistema, e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento para cada máquina e sistema na planta industrial. Na melhor das

hipóteses, os métodos tradicionais acionados por tempo garantem uma guia para intervalos normais de vida da máquina.

A Manutenção Detectiva atua na detecção de falhas ocultas nos sistemas, garantindo a funcionalidade e por consequência, a confiabilidade. Ela começou a ser mencionada a partir da década de 90, ela está ligada a detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, em sistemas de proteção, comando e controle.

Um exemplo de aplicação de manutenção detectiva é em um circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital, se o circuito estiver com falha, e faltar energia, o gerador não é acionado, por isso o circuito é testado e acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade e aumentar a confiabilidade. (FREITAS, 2016).

Nesse contexto, para uma manutenção preventiva eficaz a fim de mitigar os empecilhos causados por uma corretiva, a implementação do Manusis 4.0 não se trata apenas da instalação de um novo sistema. Envolve também uma reestruturação de processos, acompanhada de perto por uma equipe especializada com foco na otimização e na redução de custos. Segundo Silva (2018), a metodologia PDCA desperta o senso criativo promovendo o envolvimento no trabalho e a melhoria contínua, gerando satisfação aos executantes e dando oportunidade para que novas ideias, além de conceitos e dispositivos sejam implementados e possam minimizar riscos e aumentar a produtividade na área de atuação, valorizando assim, quem faz a empresa e colocando as vidas dos executantes sempre em primeiro lugar. a metodologia PDCA (Sigla que significa as quatro etapas que compõem essa metodologia: Plan, Do, Check e Action) se torna referência por ser uma das mais utilizadas, juntamente com ferramentas de qualidade, na solução de problemas que geram intempéries nas

atividades de qualquer organização. Sendo assim, ela é fundamental para promover a melhoria contínua, aumentar a eficiência e a eficácia organizacional, bem como garantir a satisfação do cliente.

Outra ferramenta importante é o método 5W1H é uma técnica fundamental de coleta e organização de informações amplamente utilizada em diversas áreas, desde jornalismo até gerenciamento de projetos e resolução de problemas. Segundo Mendonça (2021), esta metodologia é composta em seis etapas, que consistem em realizar alguns questionamentos sobre o que deu início ao problema. A análise será formulada por meio das respostas para as seguintes perguntas:

- What (O que): O que é o problema?
- Where (Onde): Onde foi observado? Processo, máquina, seção, área.
- When (Quando): Quando é observado? Contínuo, raro, intermitente.
- Who (Quem): Quem influencia o problema? Habilidades, conhecimento, colaboradores.
- Which (Qual): Qual é a tendência a ser observada? Diminuição, Aumento, estabilidade.
- How (Como): Como é observado, e como ocorre? Condições de processo, precisão.

Segundo Costa e Mendes (2018) a metodologia dos 5 porquês é um método científico para identificar a causa raiz dos problemas, é uma ferramenta simples desenvolvida por Taiichi Ono, criador do Sistema de Produção Toyota e consiste em fazer cinco perguntas “Por quê” até achar a causa-raiz. Contudo pode existir mais de 5 questionamentos caso seja necessário.

A metodologia do Sistema Toyota de Produção alcançou amplos avanços na área industrial. Os resultados alcançados na área de manufatura inspiraram a replicação da metodologia em adaptações nas áreas de serviços e mais recentemente na área da saúde. A técnica de caça aos desperdícios procura agora beneficiar também as

organizações hospitalares. Esta adaptação ficou conhecida como lean healthcare. Uma das ferramentas utilizadas neste modelo e que garante a estabilidade básica é dos cinco sentidos (5S). (REICHER et al, 2019)

Figura 1: Metodologia dos 5S

Senso UTILIZAÇÃO	Manter somente o que for necessário, evitando excessos e desperdícios.	SER EFICIENTE É FAZER MAIS COM MENOS!
Senso ORDENAÇÃO	Organizar os objetos (recursos) no seu devido lugar, identificando o local estabelecido.	UM LUGAR PARA CADA COISA, CADA COISA NO SEU LUGAR!
Senso LIMPEZA	Limpar o local de trabalho e os objetos utilizados (recursos). Buscar melhorar e manter a conservação dos recursos utilizados.	O LUGAR MAIS LIMPO É AQUELE QUE MENOS SE SUJA!
Senso PADRONIZAÇÃO	Manter os padrões estabelecidos.	PADRONIZAR AS BOAS PRÁTICAS!
Senso AUTODISCIPLINA	Praticar e manter a metodologia estabelecida e aplicar os conceitos 5S, habitualmente, garantem a sustentabilidade do Programa 5S.	RESPEITO, PERSISTÊNCIA E COMPROMETIMENTO.

Fonte: Reicher et al, 2019.

Com isso, esse presente trabalho de conclusão de curso irá abordar a implementação de planos de manutenção preventiva eficaz, por meio de uma ferramenta computacional a fim de mitigar as correções preventivas e dessa forma impactar positivamente nos indicadores de manutenção e conseqüentemente na produtividade da fábrica.

METODOLOGIA

Foi utilizado o ciclo PDCA como metodologia bem como o 5W1H para identificar o fenômeno e o 5 porquês para constatar a causa raiz do problema que é a falta de uma manutenção preventiva funcional na linha de produção o que acarreta várias manutenções corretivas impactando assim nos indicadores de performance e custo. A partir disso, foi implementado no sistema do Manusis os planos de manutenção preventiva da linha por meio da análise de todos os componentes presentes nas máquinas, através disso foi adicionado atividades e periodicidades para cada componente do equipamento a fim de reduzir ou eliminar as quebras, onde automaticamente o sistema gera as OM's (ordens de manutenção) para que os mantenedores executem as atividades programadas, dessa forma

constatou uma eficiência na performance da linha produtiva.

PDCA

A metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act) é uma abordagem amplamente reconhecida e aplicada para a melhoria contínua de processos e sistemas. A metodologia Plan, Do, Check and Act cria um sistema que evita o acúmulo de erro e possibilita a solução dos mesmos em paralelo com o andamento do projeto. Há também a aplicação do ciclo PDCA no planejamento da qualidade (ou de inovação). Este último é usado nos casos de estabelecimento de novos produtos e processos.

Plan: É a etapa mais complexa do ciclo uma vez que é necessário fazer um plano de ação: encadeamento das ações necessárias para que o objetivo seja cumprido. É de fundamental importância nesta etapa analisar o problema e ter um excelente entendimento do que está sendo analisado. Para auxiliar nesta análise, será utilizada a ferramenta 5W1H.

Do: Feito o planejamento, esta etapa é a que define a execução do mesmo. Nesta etapa é fundamental fazer o monitoramento das atividades para que o roteiro do planejamento seja garantido. Há situações em que o projeto não consegue ser executado e, para estas situações, é necessário retornar à fase anterior para verificar os motivos do planejamento ter falhado.

Check: Nesta fase é preciso fazer um monitoramento de cada atividade elencada no plano de ação e comparar o previsto com o realizado, identificando as lacunas que podem ser sanadas em um próximo ciclo, assim como oportunidades de melhoria que podem ser adotadas futuramente. A fase de checagem começa juntamente com a fase de implementação do plano de ação, afinal, quanto mais cedo os resultados forem acompanhados, mais rapidamente você saberá se o planejamento deu mesmo certo e se os resultados serão atingidos. A análise

realizada na fase “checar” mostrará se os resultados estão de acordo com o que foi previamente planejado ou se é necessário ajustar o caminho.

Act: Atingindo todas as metas, esta é a fase em que se adota o plano aplicado como padrão. Caso algo não tenha saído como planejado, é hora de agir corretivamente sobre os pontos que impossibilitaram o alcance de todas as metas estipuladas. Com a análise de dados completa, é preciso passar para a realização dos ajustes necessários, corrigindo falhas, implantando melhorias imediatas e fazendo com que o ciclo seja reiniciado, visando aprimorar ainda mais o trabalho.

5W+1H

Essa ferramenta consiste em elaborar um plano de ação para atividades a serem executadas, também tem como objetivo principal responder a sete questões e organizá-las.

Quadro 1 – 5W+1H

What?	O quê?	Que ação será executada?
Who?	Quem?	Quem irá executar?
Where?	Onde?	Onde será executada?
When?	Quando?	Quando será executada?
Why?	Por que?	Porque será executada?
How?	Como?	Como será executada?

Fonte: O autor, 2023.

5 PORQUÊS

Segundo Costa e Mendes (2018) o método consiste em:

1. Inicie os questionamentos a partir do problema no qual deseja entender;

2. Pergunte porquê a afirmação anterior é verdadeira;
3. Para a resposta dada anteriormente, pergunte novamente o por quê é precedente;
4. Continue perguntando por quê até que não se possa mais perguntar mais;
5. Ao obter todas as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação dos planos de manutenção preventiva foi realizada no sistema do Manuisis numa empresa multinacional do ramo automotivo, onde desenvolve e fabrica sistemas de suspensão para carros de alto desempenho. Foi analisada a performance dos indicadores de setembro de 2022 onde iniciou essa gestão até março de 2023 onde foi constatado maior eficiência em comparação aos meses anteriores.

Desde o início do ano de 2022 a fábrica não alcançava os targets de MTTR (mean time to repair ou tempo médio para reparo) e MTBF (mean time between failures ou tempo médio entre falhas), mais especificamente entre os meses de janeiro a abril o MTBF e de janeiro até fevereiro o MTTR. Como mostra os gráficos 2 e 3.

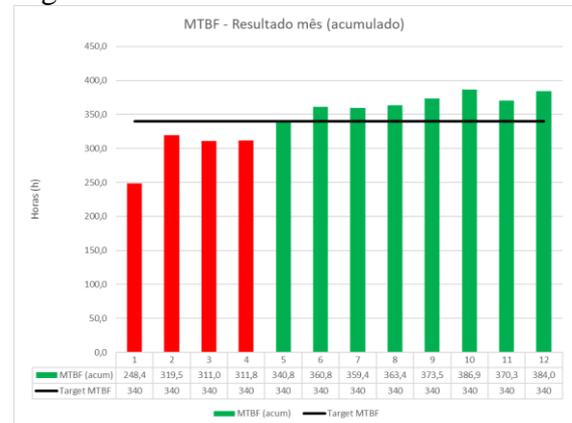
Para saber a eficiência do indicador de cada mês, calcula-se:

$$e = \left(\frac{Vf - Vi}{Vi} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde: Vf: Valor final
Vi: Valor inicial

MTBF 2022

Figura 2: Indicador de MTBF 2022

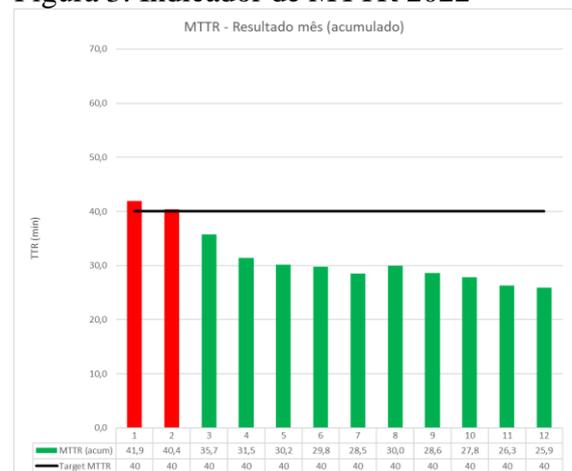


Fonte: O autor, 2023.

O que temos em média é uma melhora de 3,58% do MTBF a partir de setembro a dezembro de 2022. Observa-se também uma tendência em aumentar cada vez mais o indicador em relação ao target de 340 minutos, sendo assim um ponto bastante positivo visto que quanto mais alto o tempo entre falhas, melhor para este KPI (Key Performance Indicator, ou seja, Indicador-Chave de Desempenho).

MTTR 2022

Figura 3: Indicador de MTTR 2022



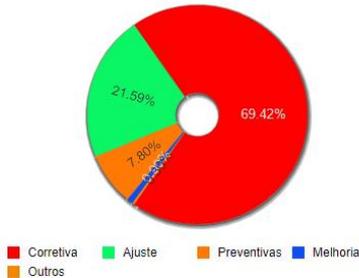
Fonte: O autor, 2023.

O que temos em média é uma melhora de 3,59% do MTTR de setembro a dezembro de 2022. Observa-se também uma tendência em diminuir cada vez mais o indicador em relação ao target de 40 horas, sendo assim um ponto bastante positivo visto que quanto

mais baixo o tempo de intervenção na máquina, melhor para este KPI.

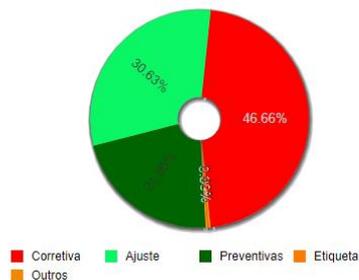
Com resultados positivos obtidos em 2022 em ter diminuído as manutenções corretivas e aumentado as preventivas conforme gráficos abaixo onde impactava nos indicadores, a empresa tomou a decisão de alterar os targets dos KPI 's visando cada vez mais a melhor performance na fábrica. Dessa forma, o target do MTBF aumentou em 2,94% e o MTTR reduziu 12,5% que o ano anterior.

Figura 4: Desempenho antes da implementação



Fonte: O autor, 2023.

Figura 5: Desempenho depois da implementação



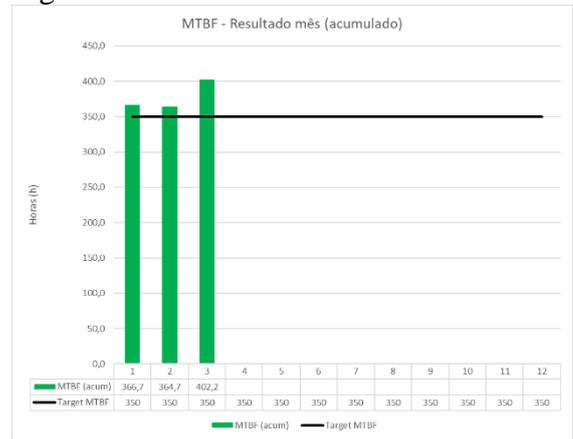
Fonte: O autor, 2023.

Conforme a (Figura 4) observa-se que antes da implementação no período de janeiro a agosto de 2022 tínhamos um percentual de 69,42% de corretivas, após a implementação (Figura 5) esse valor reduziu para 46,66% uma melhora de 32,78%. É importante frisar que esses pequenos ajustes que são realizados também se enquadram em manutenções preventivas visto que ele é feito para

precarer de uma corretiva, nota-se também que tivemos uma melhora nessa modalidade que antes tínhamos 21,59% e depois passou a ser de 30,63%.

MTBF 2023

Figura 6: Indicador MTBF 2023



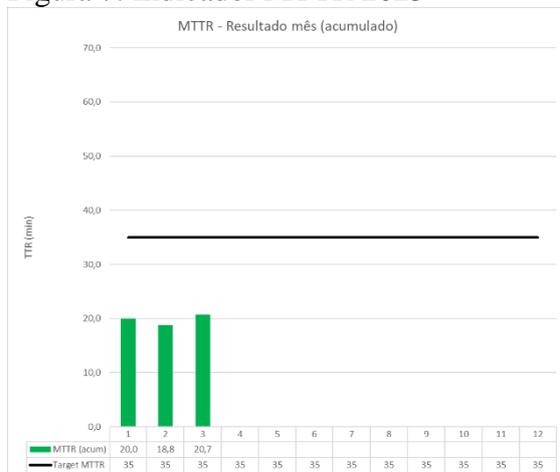
Fonte: O autor, 2023.

Avaliando o desempenho em 2023, conforme a (Figura 6) o início do ano teve uma redução no indicador por ter apresentado quebras mais recorrentes, porém tratadas e restaurada a condição de base da máquina. Contudo apresenta uma tendência a aumentar a partir de março.

Um estudo realizado por Jardine et al. (2006), que analisou o desempenho de equipamentos em várias indústrias. Os resultados mostraram que empresas que alcançaram um MTBF alto experimentaram reduções significativas no tempo de inatividade e nos custos de manutenção corretiva. Além disso, um MTBF alto também estava diretamente relacionado a uma maior satisfação do cliente devido à melhoria na confiabilidade dos produtos.

MTTR 2023

Figura 7: Indicador MTTR 2023



Fonte: O autor, 2023.

Avaliando o desempenho em 2023, de acordo com a (Figura 7), houve uma redução ainda maior que em 2022 o que se torna um ponto positivo visto que esse indicador quanto menor, melhor e ainda já constando a redução no target também. Esse resultado positivo em relação aos indicadores do ano anterior, está diretamente ligado com a utilização do sistema automatizado de manutenção preventiva, uma vez que é monitorado os equipamentos e realizado inspeções, lubrificações e trocas em períodos definidos, diminui as manutenções corretivas e conseqüentemente as paradas de máquinas indesejadas que normalmente levam um tempo bem maior do que uma parada programada, isso reflete nos indicadores de MTTR e MTBF da fábrica.

No trabalho realizado por Filho (2019) onde houve a implementação dos indicadores de manutenção através do cálculo do valor de cada indicador para os anos anteriores com base no banco de dados disponível e com o auxílio de software. Observou-se, em determinado momento que para o cálculo de alguns indicadores, MTBF, MTTR, Custo de Manutenção versus Custo de Aquisição, a base de dados não era tão ampla, ainda sim foi possível, assim, definir metas e uma estratégia de monitoramento para os valores desses indicadores que serão obidos a partir

de então nesse software. Em posse desta metodologia os responsáveis pelo planejamento e controle de manutenção da indústria considerada deverão acompanhar os indicadores e realizar adequações às metas quando necessário. Deste modo, com a implementação em andamento os indicadores podem ser usados na divulgação dos resultados da gestão de manutenção para a planta, além de poderem ser utilizados na tomada de decisões.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Portanto, podemos notar que uma gestão de manutenção preventiva eficaz aumenta a confiabilidade na produção, pois reduzindo as manutenções corretivas teremos mais disponibilidade dos equipamentos fazendo com que a fábrica produza mais e conseqüentemente terá uma eficiência nos indicadores de performance o que é primordial para garantir bom desempenho em auditorias, redução de custos com serviços e material, qualidade nos processos e entre outros fatores.

Além disso, o uso da ferramenta computacional para gestão dessas manutenções impactou diretamente na performance, trazendo a empresa para o âmbito da indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. Minas Gerais: Itajubá, 2000. Disponível em: <http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023

COSTA, T. B. S; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma Cacaucultura. *In: X SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE*, 2018, Sergipe. **Anais [...]**. Sergipe: UFS, 2018. Disponível em:

<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10450/2/AnaliseCausaRaiz.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FREITAS, L.F. **Elaboração de um Plano de Manutenção em uma Pequena Empresa do Setor Metal Mecânico de Juiz de Fora com Base nos Conceitos de Manutenção Preventiva e Preditiva**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/mecanica//files/2016/07/TCC-La%c3%ads-Fulg%c3%aancio-Freitas.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.

PATRÍCIO FILHO, B. A. **Gestão da Manutenção de Subestação** – Estudo de caso em uma Indústria de Eletroeletrônicos, Implementação de Indicadores. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45194/3/2019_tcc_bapatriciofilho.pdf. Acesso em: 11 mar. 2023.

JARDINE, A *et al.* A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. **Mechanical Systems and Signal Processing**. Canadá, v. 20, n. 7, p. 1483-1510, Set 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.09.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0888327005001512>. Acesso em: 12 fev. 2023.

MENDES, A. A. **Manutenção centrada em confiabilidade: Uma abordagem quantitativa**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/29050>. Acesso em: 26 fev. 2023.

MENDONÇA, B. A. **Metodologia PDCA para a Melhoria de Processos Baseador em LoT**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/48931/1/BRUNO%20APOLIN%c3%81RIO%20DE%20MENDON%c3%87A.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.

NUNES, E. L. **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): Análise da Implementação em uma Sistemática de Manutenção Preventiva Consolidada**. 2001. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/82056/185318.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 abr. 2023.

OTANI, M; MACHADO, W.V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Paraná, v. 04, n. 02, p. 01-16. 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/16>. Acesso em: 12 mar. 2023.

REICHER, M. *et al.* Implementação da Ferramenta 5S como base para o Lean Healthcare em um Hospital do Norte Catarinense. *In: XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2019, São Paulo. **Anais [...]**. Santa Catarina: CATÓLICASC; Santa Catarina: UDESC, 2019. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_37921.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

SANDIM, R.G. **A Engenharia de Manutenção e Confiabilidade** – Um Estudo de Caso Real. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade

Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.
Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32058/1/EngenhariaManuten%c3%a7%c3%a3oConfiabilidade.pdf>. Acesso em:
12 mar. 2023.

SILVA, D.P.C. Aplicação da Metodologia PDCA para melhoria em um processo de uma oficina de vulcanização: Estudo de caso na Vale S.A. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2018.
Disponível em:
<https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/1182/1/TCC%20-%20DANUEY%20FINAL.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, segundo minha família e amigos e também aos docentes que me conduziram à chegar até esse momento.