

INDICADORES DE DESEMPENHO PARA GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÕES EM FROTA PRÓPRIA DE UMA INDÚSTRIA DE CIMENTO.

Maria Juliana Souza Maia^[1], Rômulo Pierre Batista dos Reis^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Engenharia Mecânica; Maria Juliana Souza Maia; maia.juliana94@gmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Engenharia Mecânica; Rômulo Pierre Batista dos Reis; romulopierre@ufersa.edu.br

Data da defesa: 13/06/2022;

Resumo: Com a grande revolução do mercado que vem ocorrendo nas últimas décadas os veículos deixaram de ser status e se tornaram indispensáveis para as empresas, uma vez que o Brasil transporta desde cargas simples até grandes safras inteiras para abastecer todo o país, levando desta forma a tornar o mercado altamente competitivo, buscando sempre por frotas de veículos com alta eficiência. Para se obter uma alta eficiência e uma maior disponibilidade dos veículos as empresas optam pela utilização de indicadores de manutenção como uma ferramenta para auxiliar nas tomadas de decisões, uma vez que eles direcionam para redução de custos e aumento de produtividade. Este trabalho irá determinar os indicadores para gerenciamento de manutenções de uma frota de uma indústria de cimento. A metodologia aplicada foi a realização de uma revisão bibliográfica sobre o tema e seus aspectos. Com a revisão bibliográfica foi analisado os indicadores de MTBF, MTTR e disponibilidade, com a finalidade de levantar dados para análise, todos os dados coletados foram do sistema Protheus, após levantamento, foi levantado a quantidade de preventivas e corretivas. Com o acompanhamento dos indicadores, conseguimos realizar melhorias na qualidade dos processos, e consequentemente afeta a qualidade do serviço.

Palavras-chave: Manutenção; Gestão de Frotas; MTBF, MTTR, disponibilidade.

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da economia globalizada, observou-se um aumento na demanda por produtos e sistemas de melhor desempenho a custos competitivos. Devido a esta economia globalizada, surgiu a necessidade de redução na probabilidade de falhas em produtos (sejam elas falhas que simplesmente aumentam os custos associados aos produtos ou falhas que possam implicar riscos sérios à segurança pública), visando um bom desempenho na utilização de seus componentes de produção como matéria-prima, mão de obra e máquinas/equipamentos [1].

A manutenção industrial ganhou destaque nas organizações, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, devido ao aumento da complexidade dos equipamentos, dos avanços tecnológicos, das exigências do mercado por produtos sem defeitos, das alterações nos sistemas de produção, dentre outros fatores. Com base nisso, o desenvolvimento de novas técnicas de trabalhos e novos instrumentos e mecanismos de gestão têm sido preocupação frequente nas indústrias, que perceberam que os resultados organizacionais dependem, também, do desempenho do setor de manutenção [2].

E para dá continuidade ao processo as empresas possuem uma gama de manutenções, visando garantir a disponibilidade dos ativos, e consequentemente, tem grande influência nos processos produtivos da empresa gerando resultados satisfatórios. Uma das ferramentas que muitas empresas utilizam é os indicadores de desempenho, uma vez que um indicador consiste em um dado, que é tanto qualitativo como quantitativo, e que pode ser utilizado para mostrar um conjunto de dados complexos de uma maneira bem simples, fazendo um levantamento de tendências e evoluções ao longo da aplicação deles [3]. No presente trabalho será analisado indicadores desempenho de uma frota própria de uma indústria de cimento.

1.1 Objetivo

Determinar indicadores para gerenciamento de manutenções de uma frota de uma indústria de cimento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Manutenção

Segundo Almeida (2014), manutenção é definida com um conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários para que ocorra o bom funcionamento e reparo, seja de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. Utilizada desde a concepção de um projeto, na disposição de peças, para uma acessibilidade dos conjuntos, e até mesmo no dimensionamento das peças e dos componentes que obedecem a critérios para facilitar as operações de manutenções futuras [4].

Pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 5462 – Confiabilidade e manutenibilidade, a manutenção é como uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo a supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida [5].

Para Seleme (2015), a manutenção, no momento que realiza de forma que planejada, apresenta vantagens que justificam a sua realização [6]. Como, por exemplo:

- Segurança: Menor probabilidade de falha do equipamento, ocasionando menos acidentes de trabalho;
- Qualidade: desempenho dentro ou acima do padrão;
- Confiabilidade: menos interrupções nas atividades de produção, garantindo maior produtividade;
- Vida útil: cuidado regular, limpeza e lubrificação prolongam a vida útil dos equipamentos.

Desde o surgimento da industrialização e automatização, a manutenção seguiu evoluindo, no que diz respeito aos procedimentos práticos de montagem, desmontagem, substituição de peças e alinhamento, mas principalmente na “Administração da Manutenção” e nos desenvolvimentos dos tipos de manutenção [6]. Podemos dividir em:

- Manutenção Corretiva não planejada
- Manutenção Corretiva planejada
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Produtiva Total (TPM)

2.2 Manutenção Corretiva

Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. Ao atuar em um equipamento que apresentam um efeito ou um desempenho diferente do esperado está é uma manutenção corretiva, mas convém observar que existem duas condições específicas que levam a manutenção corretiva [7]:

- Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais.
- Ocorrência da falha.

Onde podemos dividir em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada
- Manutenção Corretiva Planejada

A manutenção Corretiva não planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Normalmente a decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros observados pela manutenção preditiva [8].

Em contexto a manutenção corretiva planejada se diferencia da não planejada devido a ser uma decisão que necessite de uma programação para que ela seja realizada, contendo uma data próxima, para que não venha a ocorrer falha do equipamento de forma emergencial [9]. Ainda segundo Neto (2018), a manutenção corretiva planejada pode ser vista como uma correção de falha, que é proveniente das informações coletadas de um acompanhamento já antecipado, com a finalidade de inspecionar e detectar alguma falha.

2.3. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem como principal objetivo prevenir a falha do equipamento durante a operação, utilizada de forma estratégica. É uma intervenção planejada, proativa, uma vez que pretende atuar nas causas geradoras das falhas, realizada de uma forma programada e tem a sua execução preparada, antes mesmo da caracterização do estado de falha [10].

2.4. Manutenção Preditiva

A manutenção Preditiva, pode ser conhecida como a manutenção sob condição em que o equipamento se encontra, ou manutenção com base no estado do equipamento, e resumidamente é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição e desempenho, cujo acompanhamento requer uma sistemática [8].

2.5. Manutenção Produtiva total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é como um sistema de gestão para administração das operações de manutenção em indústria, fazendo uma relação direta com pessoas e equipamentos, isso porque um dos objetivos desta manutenção é aumentar a disponibilidade de máquinas, alinhando um “cuidado” planejado do operador com seu equipamento [11].

De acordo com Marques (2018), o TPM é definido em um significado mais amplo, sendo as atribuições das letras T, P, e M como: T: Total, refere-se no sentido da eficiência global, do ciclo total de vida útil dos equipamentos e sistemas de produção e da totalidade da abrangência dessa filosofia alcançando todos os níveis da organização. P = Produtiva, é a busca contínua da máxima eficiência da organização como um todo

remetendo a perda zero. M = Manutenção, conserva os objetivos atingidos de preservação dos equipamentos e processos produtivos, mantendo os sistemas de produção em condições ideais.

2.6. Indicadores de Desempenho

Segundo Ferreira *et al.* (2019) “O indicador é compreendido como uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para estruturar e compreender as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação e estudo. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado [12].

Os indicadores chave de desempenho ou KPI, do inglês, Key Performance Indicator trazem uma cadeira de benefícios para as organizações, em que podemos destacar, garantir maior controle da empresa, comunicação clara de objetivos, motivar os funcionários, além de direcionar as melhorias da companhia, nas tomadas de decisões [13].

2.5. Gestão de Frota

A gestão de frotas é considerada como o gerenciamento de veículos em que uma empresa utiliza para transporte próprio e coleta, ou utilizada para prestação de serviços. É possível realizar a gestão através da centralização de dados coletados das manutenções realizadas, variando entre preventivas, corretivas, e a lubrificação. Um dos principais objetivo de se ter uma gestão de frotas é resulta em aumentar a eficiência, visando o melhor aproveitamento de todo o setor [14].

O ramo de transportes terrestres vem crescendo bastante desde os últimos anos, e devido a isso, houve um aumento de tecnologias desenvolvidas para o setor [15]. A gestão de frota pode ser dividida em três partes:

- **Gestão de ativos** – Que são os veículos da frota;
- **Gestão de insumos** – Tudo que a frota precisa para funcionar como por exemplo, combustível;
- **Gestão do comportamento** – Que consiste nos dados sobre o comportamento dos motoristas da frota.

Esta divisão pode ser variada de empresa para empresa, ao depender de como está a gestão da empresa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na empresa x que se caracteriza como uma fábrica de cimentos que atua há mais de 20 anos no Brasil, com capacidade atual para a produção de 7 milhões de toneladas por ano de cimento. Com fabricas e centros de distribuição em 10 estados brasileiros. Detendo de uma gestão de frotas própria que é utilizada para transporte de matéria prima para fábrica de cimento, como demonstrado na figura seguinte:

Figura 1: Fluxograma representativo do processo de produção de cimento.



Fonte: MAGNAVITA, 2021

O desempenho da frota de veículos da empresa influencia diretamente na produção da fábrica, pois ela é responsável pelo transporte da matéria prima para que ocorra toda fabricação do cimento. A fábrica possui os seguintes veículos que foram utilizados nesta pesquisa, como demonstrado na tabela seguinte:

Tabela 1: Listagem de Veículos

Tag	Veículo	Quant.
CB	Caminhão	10
EH	Escavadeira	4
CP	Pás-escavadeiras	5
EP	Empilhadeiras	7

Fonte: Autoria própria, 2021

Para gerenciamento de suas manutenções a fábrica utiliza do sistema protheus para emitir ordens de serviços e levantamento de materiais para cada serviço de manutenção, seja manutenção corretiva, ou preventiva. Diante disso neste trabalho irei dar ênfase a três principais indicadores de desempenho utilizados na manutenção, que são os indicadores MTBF, MTRR, e o de disponibilidade. onde os dados foram extraídos do sistema citado acima Protheus.

3.1 Indicador MTBF - Tempo médio entre falhas

Para Viana (2002) o tempo médio entre falhas, é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Essas falhas de tempo podem ser prognosticadas por meio de uma fórmula, como demonstrado:

$$\frac{TD - TM}{P}$$

Onde cada variável representa um dado:

- **TD:** tempo total de disponibilidade. Esse é o tempo que a máquina funcionaria, se não houvesse nenhuma parada ou problema técnico.
- **TM:** tempo total de manutenção. Esse é o tempo que a máquina fica parada por consequência da interrupção para realizar reparos.

- **P**: número de paradas. Essa é a quantidade de vezes que a máquina para e precisa de manutenção.

3.2 Indicador MTTR - Tempo médio de reparo

Podemos definir o MTTR como o tempo médio de reparo que é a divisão entre a soma das horas de manutenção pelo número de intervenções corretivas no período [17]. Onde podemos calcular com a fórmula a seguir:

$$\frac{TM}{P}$$

Onde pode-se observar que quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção [17].

3.3 Indicador disponibilidade

Podemos classificar a disponibilidade como a capacidade de um item estar em condições de executar sua função estabelecida em certo momento, levando os aspectos de confiabilidade e manutenibilidade [18]. Onde podemos calcular o valor da disponibilidade pela equação a seguir:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

4. RESULTADOS

Foi realizado o levantamento de dados para levantamento dos indicadores comentados nos tópicos anteriores, dos equipamentos que a fábrica tem, foi analisado horas de produção, horas de bom funcionamento, como os números de corretivas sofridas, isto em 10 meses, levando em consideração a média de dez meses, como demonstrado nos gráficos seguintes:

Figura 2: Indicador MTBF – Caminhões

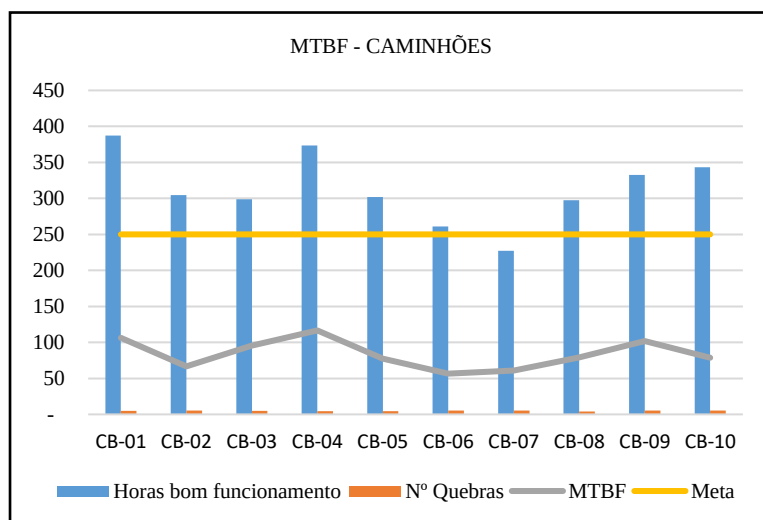


Figura 3: Indicador MTBF - Empilhadeira

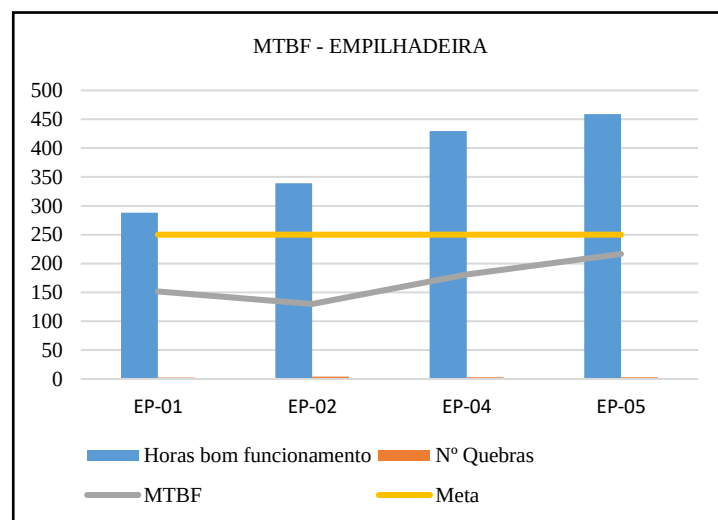


Figura 4: Indicador MTBF – Escavadeira

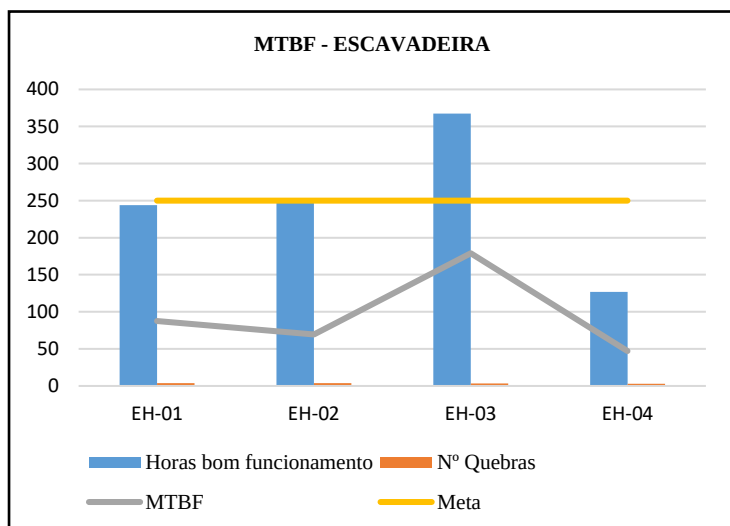
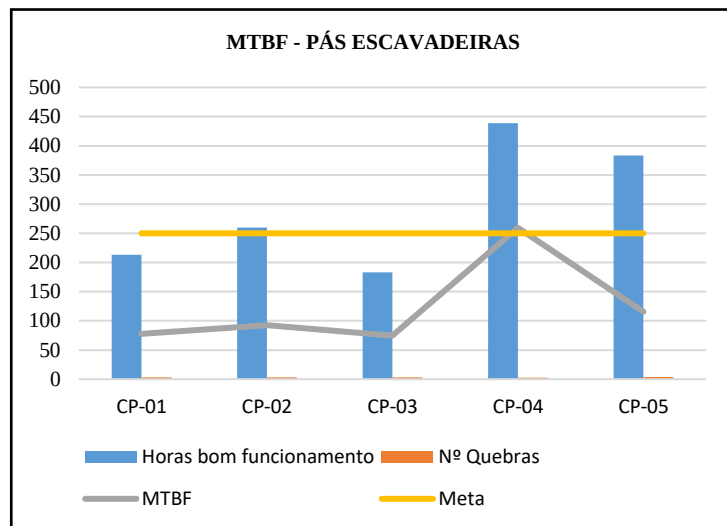


Figura 5: Indicador MTBF – Pás - Escavadeira



Foi observado nos gráficos de MTBF, que os valores de meta dos equipamentos de caminhões e empilhadeiras foram alcançados, enquanto as escavadeiras a única que não obteve a meta no equipamento foi a EH-04, e das pás-escavadeiras a CP-01 e CP-03 foram as que não obtiveram êxito.

Figura 6: Indicador MTTR – Caminhões

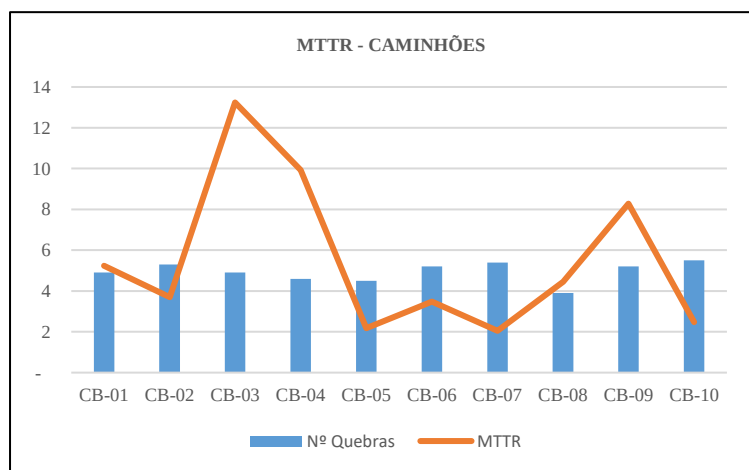


Figura 7: Indicador MTTR – Empilhadeira

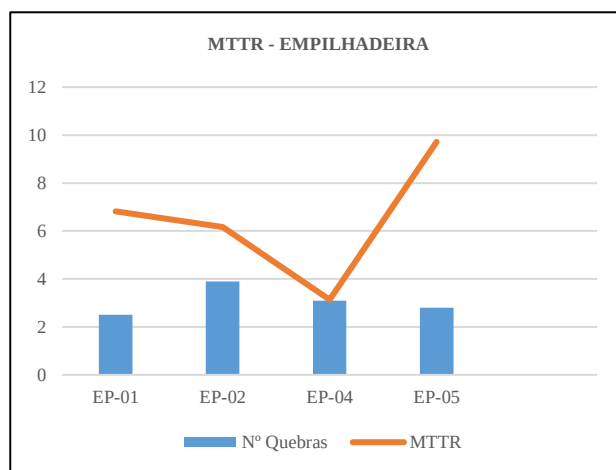


Figura 8: Indicador MTTR – Escavadeira

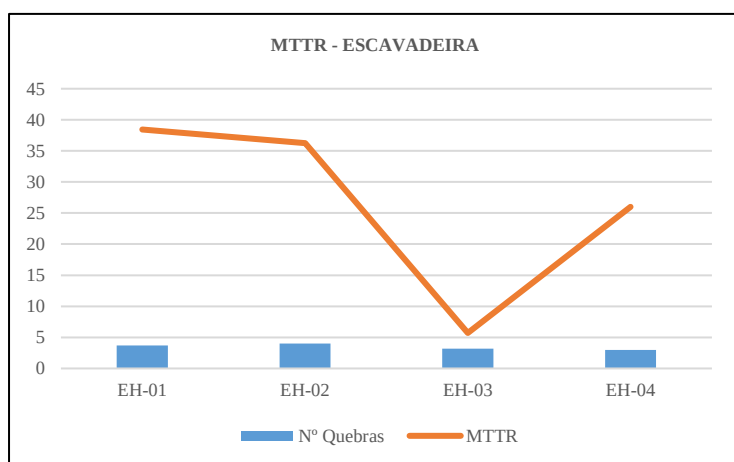
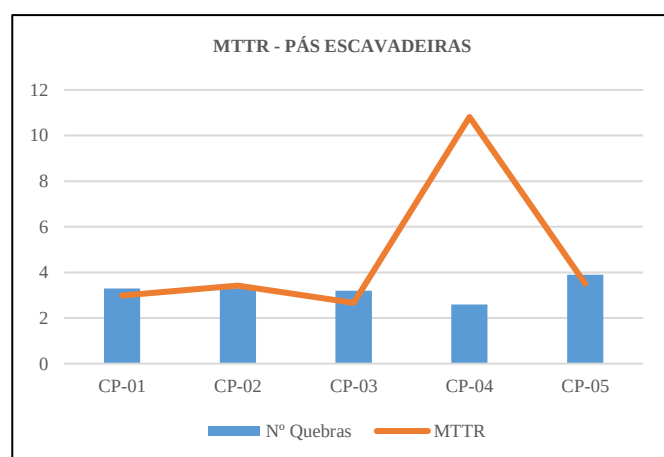


Figura 9: Indicador MTTR – Escavadeira



Os dados de MTTR nos indica que é necessário melhorias para que haja conformidade dos resultados, entre os equipamentos que trabalhem com a mesma carga horária. Com o levantamento dos indicadores de MTBF e MTTR, podemos realizar o levantamento da disponibilidade dos equipamentos citados acima, como demonstrado no gráfico seguinte:

Figura 10: Indicador Disponibilidade - Caminhões

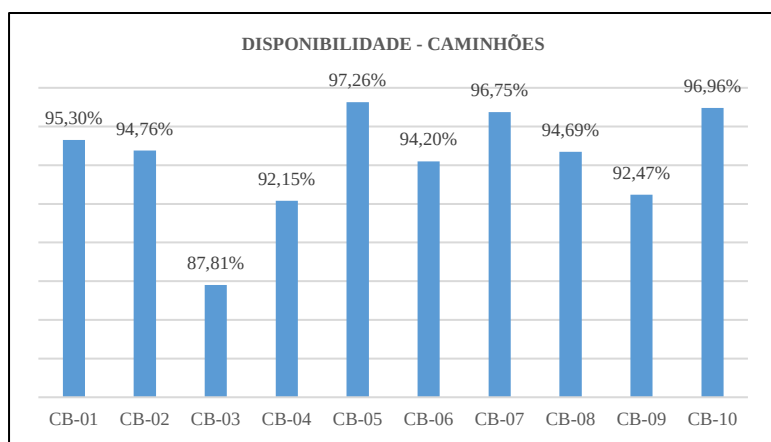


Figura 11: Indicador Disponibilidade - Escavadeira

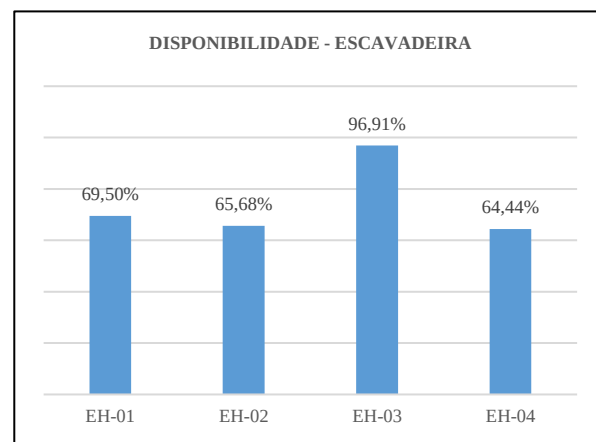


Figura 12: Indicador Disponibilidade - Empilhadeira

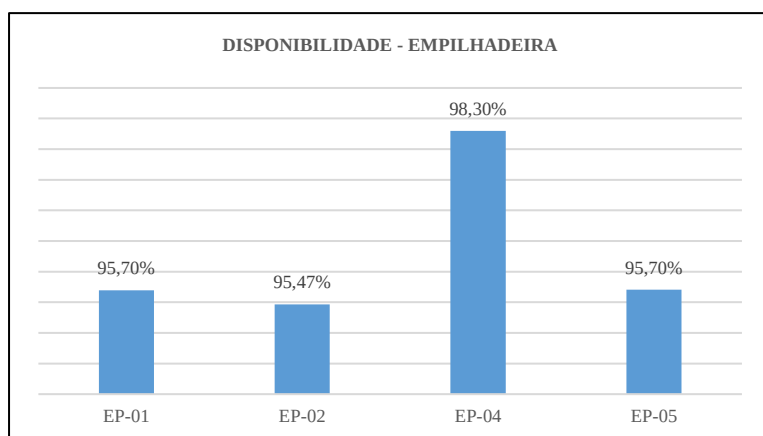
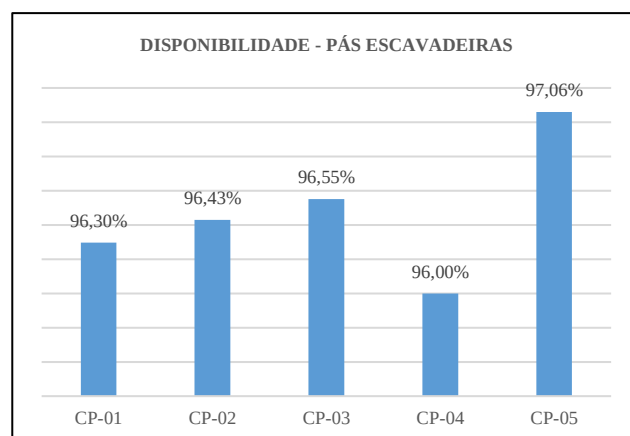
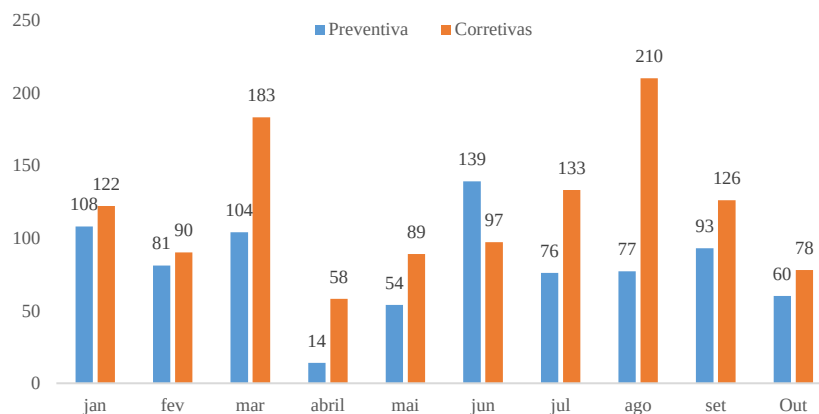


Figura 13: Indicador Disponibilidade – Pás Escavadeiras



Após levantamento da disponibilidade dos equipamentos, foi levantando a quantidade de preventivas e corretivas em que a equipe realizou, para que possamos analisar os números, e que eles possam auxiliar nas tomadas de decisão. Com o levantamento tivermos os seguintes dados:

Figura 14: Preventiva x Corretiva



Ao analisamos o gráfico de preventiva x corretivas podemos observar um número alto de corretivas se comparadas ao de preventivas, demonstrando que a equipe de manutenção não consegue realizar as preventivas devido ao número de corretivas.

5. CONCLUSÃO

Com o acompanhamento dos indicadores de tempo médio entre as falhas e tempo médio para reparo conseguimos realizar melhorias na qualidade dos processos, e consequentemente afeta a qualidade do produto.

Ao analisamos os gráficos de MTBF podemos observar uma variação que não há tendência para aumentar, uma vez que um MTBF alto signifique maior é o tempo entre uma falha e outra, melhor será a produtividade da empresa, já em relação ao MTTR, podemos observar uma tendência ao aumentar, o que demonstra que o tempo de reparo está alto, fazendo com o que equipamento fique horas parados, estando desta forma indisponível para utilização, ao analisar os indicadores MTBF e MTTR, podemos levantar o indicador de disponibilidade o que demonstra uma disponibilidade maior que 90% em alguns equipamentos.

O modelo de análise atendeu as expectativas, além de mostrarem se eficiente para avaliar uma melhor estratégia de manutenção, em que possa alcançar resultados.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Professor Dr. Rômulo Pierre Batista dos Reis pelo suporte dando deste o início do trabalho. Agradecimentos a Universidade Federal Rural do Semiárido pelo suporte durante a graduação.

7. REFERÊNCIAS

- [1] FOGLIATO, Flavio. RIBEIRO, José Luís Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- [2] GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SANTOS, Danielle Freitas.; PRATA, Auricélio. ABDR, 2018

- [3] ROSIAK, Janice Galski. **Indicadores para avaliação de desempenho na tomada de decisão: Um estudo com as cooperativas da região metropolitana da serra gaúcha**. 2018. 111 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2018.
- [3] VALENTE, Amir M; Novaes, Antônio G; PASSAGLIA, Eunice; VIEIRA, Heitor. **Gerenciamento de Transporte e Frotas**. Cengage Learning Brasil, 2016.
- [4] ALMEIDA, Paulo Samuel. **Manutenção mecânica industrial- Conceitos básicos e tecnologia aplicada**. 1d. São Paulo: Saraiva, 2014.
- [5] Norma ABNT – Confibialidade e manutenibilidade – Norma NBR 5462 – NOV/1994
- [6] SELEME, R. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015.
- [7] ALMEIDA, Paulo Samuel. **Manutenção mecânica industrial – Princípios Técnicos e Operações**. 1d. São Paulo: Saraiva, 2015.
- [8] KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- [9] NETO, Leonardo Dias de Santana. **proposta de ações da manutenção planejada em uma empresa de beneficiamento de couro localizada em petrolina-pe**. 2018. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2018.
- [10] ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de desempenho e sistema ABC o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. 2006. 530 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São de Paulo, São Paulo, 2006.
- [11] MARQUES, Gustavo Henrique. **Gestão Industrial: Aplicação do TPM em uma linha de produção do segmento alimentício**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Inovações Tecnológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.
- [12] FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo**. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.
- [13] FRANCISCHINI, Andresa; FRANCISCHINI, Paulino. **Indicadores de desempenho: dos objetivos à ação – métodos para elaborar KPIs e obter resultados**. 1 ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- [14] Finco, nina. **Guia completo sobre gestão de frotas**. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/gestao-de-frotas-guia-completo/>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- [15] FERNANDES, A. **Gestão de frotas – O que é, como funciona e como fazer!**. Disponível em: <https://www.pontotel.com.br/gestao-de-frotas/>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- [16] MAGNAVITA, Alexsander; BOURGUIGNON, Daiane; CORREA, Gilmar; DE SOUZA, José Augusto César; DOS SANTOS, Sidney Alberto - **Processo de Produção do Cimento**. 2009. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/OMonitor/processo-de-produo-do-cimento>> Acesso em: 10 out. 2021.
- [17] VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002. 167 p.
- [18] MORAES, S. C. B.; GARCEZ, T. V. **Análise do impacto nos indicadores de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade após a implantação do programa TPM**. Enegep, Joinvile, p. 1-15, 13 out. 2017.