

## IMPLANTAÇÃO PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM PRENSA DOBRADORA HIDRÁULICA

Ricardo Bianchet<sup>1</sup>  
Maria Regina Thomaz<sup>2</sup>

### RESUMO

As questões estratégicas de produção, entre elas, a manutenção, são um dos diferenciais para qualquer empresa buscar a competitividade no mercado. A área de manutenção é responsável por manter os equipamentos e instalações disponíveis o maior tempo possível, operando com qualidade e confiabilidade. Para isso um dos tipos de manutenção utilizado é a manutenção preventiva. Ela tem como função principal manter a máquina ou o equipamento em condições corretas de funcionamento e conservação evitando paradas imprevistas, através de manutenções planejadas e controladas. O objetivo geral deste trabalho é a implantação de um plano de manutenção preventiva visando aumentar a vida útil de peças e componentes de uma prensa hidráulica, a fim de evitar paradas não programadas e interrupção da produção. O equipamento escolhido para realizar o plano de manutenção preventiva é estratégico na linha de produção da empresa. Para início do trabalho foi realizado o tagging do equipamento, a seguir foram coletados os dados de paradas da máquina e partir da elaboração do diário de bordo foi possível a definição de quais as principais paradas e como elas impactam na disponibilidade do equipamento, como resultado foi elaborado um plano de manutenção preventiva da máquina.

**Palavras-chave:** Manutenção Preventiva, Disponibilidade, Plano de Manutenção.

### 1 INTRODUÇÃO

Na era de globalização que estamos vivenciando, para uma empresa se manter competitiva no mercado, a adaptabilidade de mudanças e a melhoria contínua precisam estar alinhadas. Segundo Kardec e Nascif (2004), atualmente a necessidade de agilidade imposta às organizações demanda cada vez mais eficácia na tomada de decisões por parte destas, e tem levado as mudanças organizacionais constantes.

Viana (2012) cita que no Brasil existem inúmeras indústrias no país que tem práticas e tecnologias de primeiro mundo. No entanto, não é difícil encontrar aquelas que não possuem um mínimo de organização da produção, segurança do trabalho, higiene industrial e manutenção.

Para Viana (2012), a palavra manutenção é derivada do latim *MANUS TENERE*, que tem o significado de manter o que se tem. Isso quer dizer que a manutenção está presente há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção.

---

1 Graduando (a) em Engenharia Mecânica (UCEFF, 2023). E-mail: ricardobianchet@gmail.com

2 Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação – Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ). E-mail: maria@uceff.com.br

Ainda segundo o autor com a chegada da revolução industrial no final do século XVII, a sociedade humana começou a crescer de forma rápida, juntamente com a sua capacidade de produzir bens de consumo. No século XX as revoluções, principalmente no campo da tecnologia, foram rápidas e com grande impacto no homem.

Para Soeiro, Olivio e Lucato (2017) com o avanço e a inovação tecnológica se desenvolvendo ano após ano, com aplicações e processos produtivos e operacionais cada vez mais complexos, as falhas e defeitos aumentaram consideravelmente, afetando não só as pessoas envolvidas como também a eficiência de produção.

Dessa forma não era mais tão importante somente corrigir o problema, era preciso se antecipar a ele e evitar que paradas ocorram, ou seja, a manutenção corretiva já não era tão eficaz. Era preciso criar métodos e controles onde fosse possível manter um equipamento em pleno funcionamento o máximo de tempo possível, programando suas paradas para realizar manutenções rotineiras. Deste modo, surgiram os primeiros métodos de manutenção preventiva, controle e gestão de perdas no processo produtivo.

Viana (2012) descreve a manutenção preventiva como sendo a manutenção planejada e controlada, realizada em datas pré-determinadas, de modo a manter a máquina ou equipamento em certas condições de funcionamento e conservação, evitando paradas imprevistas. Para Neves e Pereira (2002) o método preventivo proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades.

A manutenção preventiva oferece vários benefícios para as empresas que aplicam essa metodologia de trabalho. Pode-se citar o tempo de espera na compra de peças reduzido, o aumento da confiabilidade dos equipamentos, aumento da disponibilidade e a satisfação dos clientes em receber seus produtos ou pedidos no prazo estipulado, sem surpresas.

Segundo Neves e Pereira (2002), a manutenção preventiva abrange cronogramas nos quais são traçados planos e revisões periódicas completas para todos os tipos de materiais utilizados nas oficinas. Ela inclui, também, levantamentos que visam facilitar sua própria introdução em futuras ampliações do corpo da fábrica.

Em empresas com um número elevado de máquinas e equipamentos é necessário a estruturação de colaboradores focados em planejar como serão as atividades de manutenção preventiva nos equipamentos. Algumas definições são importantes para nortear como deverão ser programadas as manutenções preventivas: frequência de manutenção, peças e itens que deve ser verificada, padrões de fabricante quanto a lubrificação entre outros.

O objetivo deste artigo é a implantação de um plano de manutenção preventiva visando aumentar a vida útil de peças e componentes de uma prensa dobradeira hidráulica com uma

força de trabalho máxima de 250 toneladas instalada em uma empresa metalmeccânica. Esse plano terá como base, dados referentes a paradas operacionais, programadas e não programadas da máquina.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 HISTÓRIA MANUTENÇÃO

Segundo Almeida (2014), pode-se entender a manutenção como o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. Para Viana (2012), a palavra manutenção é derivada do latim *MANUS TENERE*, que tem o significado de “manter o que se tem.”

Viana (2012) expõe que a manutenção industrial surge efetivamente como função do organismo produtivo no século XVI com a aparição dos primeiros teares mecânicos. Neste período o fabricante do maquinário treinava os “novos operários” a operar e manter o equipamento, ocupando estes o papel de operadores e mantenedores. Ainda segundo o autor, por volta de 1900 as primeiras técnicas de planejamento de serviços surgem e em seguida o gráfico de Gantt. No entanto, foi durante a Segunda Guerra Mundial que a manutenção se firmou com extrema necessidade.

Soeiro, Olivio e Lucato (2017) descrevem que a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações. Na primeira geração da manutenção industrial, de 1940 até 1950, as empresas possuíam relativa estabilidade e previsibilidade dos negócios, em que os ativos financeiros – como capital, edifícios, máquinas, equipamentos, matérias-primas predominavam como os mais importantes patrimônios empresariais.

Naquela época a troca constante de produtos não era uma exigência e estoque de produtos não representavam um custo elevado para a empresa. Com essa demanda, as indústrias eram pouco mecanizadas, os equipamentos possuíam baixa tecnologia, eram lentos e superdimensionados. Serviço com manutenção sistematizada não eram exigidos, o que devia ser feito no equipamento era sua limpeza, lubrificação e reparo após a quebra.

Para Soeiro, Olivio e Lucato (2017), a segunda geração da manutenção industrial surgiu nos períodos de 1950 a 1970. Nesse período pós Segunda Grande Guerra, ocorreu um grande aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Começava a evidenciar-se a necessidade de maior disponibilidade, bem como de maior confiabilidade, tudo isso na busca de maior produtividade.

Na década de 60 a manutenção preventiva consistia em intervenções nos equipamentos feitos em intervalos fixos. O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Este fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, hoje, são parte integrante da manutenção moderna, (Kardec; Nascif, 2009).

A terceira geração iniciou-se na década de 70. Para Soeiro, Olivio e Lucato (2017) foi o start para a aceleração dos processos de mudança nas indústrias. Paralisações constantes da produção diminuía o rendimento operacional, aumentavam os custos de produção e afetavam a qualidade dos produtos.

Segundo Liker (2005), aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos se tornou o grande desafio na indústria, além de buscar alternativas para se manter competitivo no mercado mundial em comparação com o Japão que acabara de implantar o Sistema Toyota de Produção nas suas indústrias. Nesse novo contexto, houve uma enorme necessidade de garantir a confiabilidade, e foi então que ferramentas de análise e combate às falhas foram desenvolvidas

Kardec e Nascif (2009) relatam que o conceito e a utilização de manutenção preventiva foram reforçados, o avanço da informática permitiu um melhor controle sobre o planejamento da manutenção e iniciou-se o conceito de confiabilidade na engenharia de manutenção. A partir da terceira geração da manutenção, a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade passaram a ser medidas de desempenho da manutenção.

Para Freitas (2016), na quarta geração há uma consolidação das atividades de Engenharia da Manutenção, que tem na Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade as três maiores justificativas de sua existência. A Manutenção prioriza a minimização de falhas prematuras, por isso a análise de falhas é uma metodologia consagrada como capaz de melhorar a performance dos equipamentos e da empresa.

Kardec e Nascif (2009) afirmam que as práticas de manutenção preditiva e o monitoramento de condição dos equipamentos do processo são cada vez mais utilizadas. Em consequência, existe a tendência de redução da aplicabilidade da manutenção preventiva e programada, quando é necessária a paralisação dos equipamentos e sistemas, impactando negativamente a produção.

### **2.1.1 Manutenção no Brasil**

No Brasil, na década de 1990 as indústrias brasileiras se viram obrigadas a buscar a qualidade total de seus produtos e serviços, com custo operacional capaz de permitir a

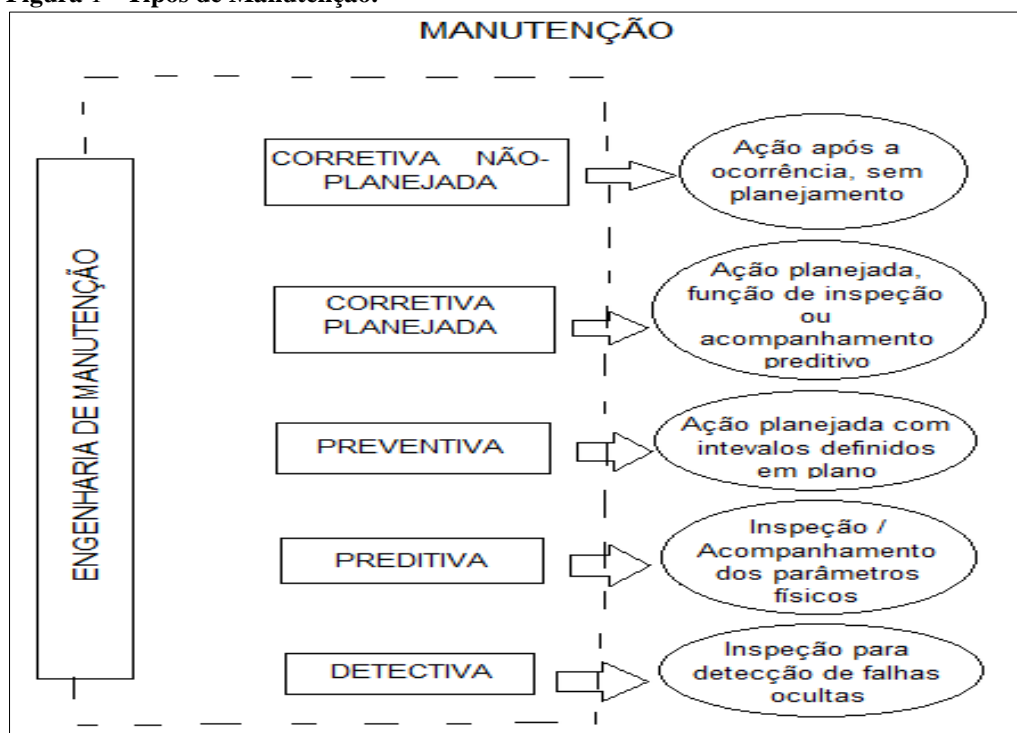
competição de mercado com produtos estrangeiros. Essa demanda foi inevitável devido a verdadeira abertura dos portos no Brasil, pois cada vez mais produtos estrangeiros aportavam em nosso território (Viana, 2002).

## 2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Almeida (2014), com a evolução da mecanização, industrialização e automatização, a manutenção evoluiu, não apenas nos procedimentos práticos de montagem, desmontagem e substituição de peças, mas principalmente na administração da manutenção e no desenvolvimento de tipos de manutenção que atendessem a cada necessidade industrial.

Para Kardec e Nascif (2009), os diversos tipos de manutenção podem ser considerados como políticas de manutenção. Várias ferramentas hoje em dia têm no nome a palavra manutenção, mas não necessariamente são novos tipos de manutenção, mas ferramentas que permitem a aplicação dos seis tipos principais de manutenção conforme Figura 1:

**Figura 1 - Tipos de Manutenção.**



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, (2009).

Segundo Viana (2012), os tipos de manutenção correspondem às formas de conduzir as ações nas máquinas da produção. Nessa perspectiva, verifica-se que existe um entendimento, quanto aos principais tipos de manutenção, manutenção corretiva, manutenção preventiva,

manutenção preditiva e detectiva. A seguir a descrição da manutenção preventiva, foco desse estudo.

### **2.2.1 Manutenção Corretiva**

Enquanto para Soeiro, Olivio e Lucato (2017) a manutenção corretiva sempre é feita depois que a falha ocorreu, para Almeida (2014) a manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou.

A manutenção corretiva tem como principal objetivo corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento. Viana (2012) ainda cita a manutenção corretiva como a uma ação necessária e imediata para evitar graves consequências aos equipamentos de produção, a segurança do trabalhador ou ao meio ambiente.

### **2.2.2 Manutenção Preventiva**

Com a industrialização cada vez maior, os equipamentos se tornaram primordiais nas indústrias e evitar falhas e paradas não programadas se tornou o desafio das empresas.

Para Viana (2012), a manutenção preventiva pode ser classificada como todo serviço de manutenção realizado em máquinas e equipamentos que não estejam em falhas. Esses serviços são executados em intervalos definidos ou de acordo com critérios pré-determinados.

Almeida (2014) descreve a manutenção preventiva como a manutenção planejada e controlada, realizada em datas predefinidas, de modo a manter máquina ou o equipamento em condições corretas de funcionamento e conservação evitando paradas imprevistas. Todo planejamento é realizado a partir de informações anteriores de paradas do equipamento por motivo de manutenção corretiva, além das informações sobre vida útil das peças fornecidas pelo fabricante do equipamento.

Segundo Soeiro, Olivio e Lucato (2017) em comparação com a manutenção corretiva, levando em consideração apenas a questão de custo direto de manutenção, a manutenção preventiva é mais cara pois peças devem ser trocadas e os componentes têm de ser reformados antes de atingirem seu limite de vida.

Porém, a manutenção preventiva realizada da maneira correta, através do controle de tempo de paradas, apresenta uma diminuição na frequência das ocorrências de falhas, um aumento da disponibilidade do equipamento e uma diminuição das paradas não programadas da produção.

Almeida (2014) cita algumas das vantagens da manutenção preventiva conforme Quadro 1:

**Quadro 1 - Vantagens da Manutenção Preventiva.**

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Equilibrar a utilização de recursos humanos</b>	Com o planejamento das ações de manutenção, é possível prever e criar um ritmo de trabalho constante, eliminando tempos ociosos ou falta de profissionais treinados e preparados para realizar a manutenção.
<b>Eliminar tempos de espera de compras de peças</b>	A partir de um cronograma de manutenção é possível realizar a compra antecipada de peças e insumos para a realização da manutenção, evitando estoques desnecessários de peças e diminuindo drasticamente o tempo de espera para a compra de peças. Nesse cenário dificilmente um equipamento irá ficar parado aguardando a compra e o recebimento da peça.
<b>Confiabilidade nos prazos do sistema de produção</b>	A manutenção preventiva garante um bom funcionamento dos equipamentos, possibilitando assim uma alta confiabilidade nos tempos previstos de produção em todo processo produtivo.
<b>Satisfação do Cliente</b>	Com a manutenção preventiva atuando na indústria, os prazos acordados com os clientes para entrega do produto serão atendidos, gerando a satisfação do cliente, porque a probabilidade de acontecer paradas por quebra dos equipamentos é quase nula.
<b>Gestão ambiental</b>	A manutenção preventiva atua diretamente em problemas que eliminam vazamentos de fluidos de corte, óleos lubrificantes, excesso de emissão de gases e controle de cavacos na usinagem.

Fonte: Adaptado de Almeida (2014).

### 2.2.3 Manutenção Preditiva

Viana (2012) descreve a manutenção preditiva como tarefas de manutenção preventiva que visam acompanhar equipamentos, máquinas e peças através de monitoramento, medições ou por controle estatístico. Esses acompanhamentos visam prever a proximidade da próxima ocorrência de falhas.

Para Almeida (2014), estas análises, permitem observar reais condições do equipamento e a evolução dos defeitos previamente observados. Ainda segundo o autor (2014) o principal objetivo da manutenção preditiva é a antecipação da necessidade de serviços de manutenção tanto no equipamento ou em uma peça em específico, possibilitando o máximo de aproveitamento do equipamento.

Kardec e Nascif (2009) citam que a manutenção preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível na planta industrial. Além disso é essencial que a mão de obra da manutenção seja treinada para a correta análise e diagnóstico dos dados levantados através das medições e análises.

#### **2.2.4 Manutenção Detectiva**

A manutenção detectiva começou a ser citada na literatura em meados da década de 90. Conforme Kardec e Nascif (2009) a manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistema de produção, comando e controle buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal da operação e manutenção. Ainda segundo os autores (2009), a manutenção detectiva consiste em verificações no sistema, feitas por especialistas, sem tirá-lo de operação, que são capazes de detectar falhas ocultas, e podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando.

Na manutenção detectiva, além de se analisar dados coletados dos equipamentos, todos os sistemas auxiliares de proteção e operação são testados em busca de falhas.

Freitas (2016) cita como 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.

#### **2.2.5 Engenharia de Manutenção**

Para Freitas (2016), a engenharia de manutenção está ligada a uma mudança cultural, uma quebra de paradigma, muito ligada a implantação de melhorias contínuas e mudanças na rotina das atividades da área de manutenção.

Kardec e Nascif (2009) citam que a engenharia de manutenção está dedicada a consolidar a rotina de manutenções e a implantação de melhorias e suas principais atribuições são o aumento da confiabilidade, disponibilidade e segurança, além eliminar problemas crônicos nos equipamentos, solucionar problemas tecnológicos e elaborar planos de manutenção e inspeção e realizar suas análises crítica.

Ainda segundo os autores (2009), engenharia de manutenção significa aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de primeiros mundos e buscar benchmarks de sucesso.

### **2.3 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO**

- Para Viana (2012) a determinação de qual estratégia de manutenção será utilizada na planta industrial e no processo produtivo é a base para a política de manutenção conforme



A Figura 2 **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** nos apresenta uma metodologia de escolha de qual manutenção pode ser aplicada, dependendo das condições encontradas na máquina ou no equipamento.

**Figura 2.** Alguns fatores devem ser levados em consideração:

- Recomendações das fabricantes dos equipamentos;
- Segurança do trabalho e meio ambiente;
- Características do equipamento – Deve-se levar em consideração as características da falha, tempo médio entre falhas vida mínima e modalidade da falha;
- Fator Econômico – O custo de manutenção é composto dos custos com mão de obra capacitada, material, interferência na produção e de perdas no processo.

A Figura 2 **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** nos apresenta uma metodologia de escolha de qual manutenção pode ser aplicada, dependendo das condições encontradas na máquina ou no equipamento.

**Figura 2 - Seleção dos tipos de manutenção.**



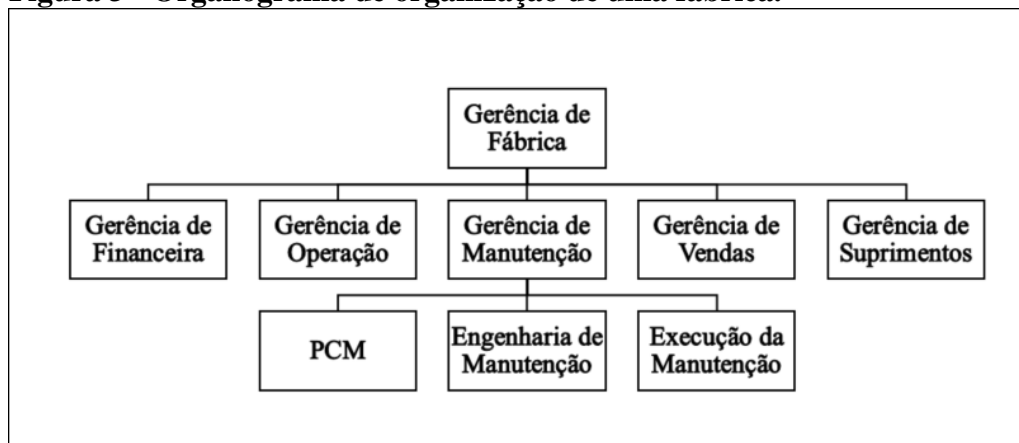
Fonte: Adaptado Kardec e Nascif, (2009).

### 2.3.1 PCM Planejamento e Controle da manutenção - PCM

Segundo Viana (2012), a tendência de mercado é que a manutenção ocupe um nível de gerência, da mesma forma que a operação. O PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) é responsável por dar suporte a manutenção, assegurando as necessidades da produção, pois sua

função é gerir a manutenção de forma a atender as necessidades do cliente, que é a produção. Na Figura 3 pode-se observar um exemplo de organograma de organização de uma fábrica.

**Figura 3 - Organograma de organização de uma fábrica.**



Fonte: Adaptado Viana (2012).

Conforme pode ser observado na Figura 3, o departamento de manutenção pode ser dividido em 3 subsetores que são PCM, engenharia de manutenção e execução de manutenção. PCM é o responsável pelo planejamento e controle das ações da manutenção, já a engenharia de manutenção é responsável pelas estratégias de aplicação da manutenção e novas tecnologias e pôr fim a execução da manutenção é responsabilidade de quem efetivamente realiza a manutenção no equipamento

Para Soeiro, Olivio e Lucato (2017) o sistema de manutenção implantado na empresa deve estar voltado para a busca do máximo desempenho, produtividade e qualidade da empresa, além de ser composto pelos métodos de manutenção e pelas funções gerenciais da manutenção. Os métodos de manutenção buscam manter e me

lhorar as características e capacidades dos equipamentos ao longo do tempo. Por outro lado, as funções gerenciais da manutenção auxiliam o gerenciamento eficiente da manutenção ao serem combinadas com os métodos de manutenção.

Ainda segundo os autores (2017), o sistema de manutenção é responsável por toda a parte de gestão da empresa voltada para os meios de produção, sejam eles equipamento ou instalações. O objeto principal do sistema de gestão é transformar o trabalho da manutenção e, uma função estratégica dentro da empresa.

Para que o PCM possa ser implantado é essencial a estruturação de um Sistema de Planejamento e Controle, que pode ser manual ou informatizado. Viana (2012) enumera os objetivos de um sistema de controle de manutenção:

- i. Organizar e padronizar os procedimentos ligados aos serviços de manutenção, tais como: solicitação de serviços, programação de serviços e informações provenientes do banco de dados, além de facilitar a obtenção de informações da manutenção, por exemplo, custo do equipamento, performance, características técnicas etc.;
- ii. Gerenciar a estratégia de manutenção através dos planos preventivos, de forma a garantir que as tarefas planejadas sejam emitidas em formas de Ordem de Manutenção;
- iii. Aumentar a produtividade da manutenção através de informações, otimização de mão-de-obra e/ou priorização dos serviços;
- iv. Controlar o estado dos equipamentos;
- v. Fornecer relatórios de histórico dos equipamentos, bem como dos indicadores de manutenção

Viana (2012) ainda explica que deve-se estudar a realidade da manutenção da empresa, fazendo um paralelo com suas necessidades, assim traçando o perfil do sistema de controle de manutenção mais adequado para o PCM em questão.

### **2.3.2 Tagueamento de Equipamentos**

Para a implantação de um sistema de manutenção, primeiramente é necessário a identificação e codificação de todos os equipamentos da planta industrial. A palavra tag significa etiqueta de identificação e a expressão tagueamento representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos.

Viana (2012) afirma que quando temos um tagueamento estruturado, conseguimos planejar e realizar a programação da manutenção de forma rápida e racional, além de conseguir extrair informações estratificadas por tag, por números de quebras, disponibilidade de equipamentos, entre outros.

O tagueamento é a principal atividade que precisa ser executada quando um planejamento de manutenção é estruturado, pois é a partir dele que todo mapeamento de equipamentos é feito, ou seja, ele é a base da organização.

A codificação do equipamento torna ele único dentro de cada empresa, facilitando o acompanhamento de intervenções de manutenção, vida útil do equipamento, histórico de quebras e reparos, custos de manutenção. A codificação atua como se fosse um CPF para pessoas serem reconhecidas na sociedade.

### 2.3.3 Plano de Manutenção

Viana (2012) explica que os planos de manutenção são o conjunto de informações utilizadas para nortear a atividade da manutenção preventiva. Os mesmos representam o detalhamento da estratégia de manutenção assumida pela empresa. Os planos de manutenção podem ser divididos em 5 categorias:

- i. Planos de Inspeções visuais
- ii. Roteiros de lubrificação
- iii. Monitoramento de características dos equipamentos
- iv. Manutenção de troca de itens de desgaste
- v. Plano de intervenção preventiva

## 2.4 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Para Freitas (2016), os indicadores da manutenção ou índices de manutenção são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que queremos controlar, permitindo o acompanhamento e quantificação dos processos, sendo dados chave para a tomada de decisão.

Segundo Viana (2012), os indicadores de manutenção não só acompanham os desafios da manutenção, mas também sua rotina diária. Ainda segundo o autor (2012), o PCM deve avaliar a melhor forma de monitoramento do processo, acompanhando aquilo que agrega valor.

Viana (2012) aponta três indicadores que são referência no que tange manutenção, são eles:

- **MTBF (Tempo médio entre falhas):** é definido com a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Se o valor de MTBF aumentar com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando.

$$MTBF = \frac{\text{Horas disponíveis do equipamento}}{\text{Número de manutenções corretivas}} \quad (1)$$

- **MTTR (Tempo médio para reparo):** é a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção, pelo número de
- (2)

intervenções corretivas no período. Se o MTTR diminuir com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois significa que os reparos corretivos são cada vez menos impactantes na produção;

$$MTTR = \frac{\text{Horas indisponíveis do equipamento}}{\text{Número de manutenções corretivas}}$$

- **Disponibilidade:** é o tempo total de máquina disponível para a execução das atividades.

$$Disp(\%) = \frac{\text{Tempo total disponível} - \text{total de paradas}}{\text{Tempo Total Disponível} - \text{Paradas Programadas}} \quad (3)$$

## 2.5 PRENSA DOBRADEIRA HIDRÁULICA

### 2.5.1 Dobra de Chapa

Dobra de chapa é uma conformação mecânica que consiste em um processo usado para transformação de um material com forma pré-definida em uma peça com forma e dimensão definidas, para isso é usado um esforço mecânico. Existem assim, inúmeras formas de conformação mecânica, que no caso das dobras, as mesmas podem ser a frio ou com o material previamente aquecido.

Sendo que a dobra a frio em dobradeiras hidráulicas é um processo de conformação mecânica no qual um material (normalmente uma chapa metálica) é submetido a esforços aplicados em duas direções diferentes para provocar uma deformação plástica, mudando a forma de uma superfície plana para duas superfícies concorrentes, em ângulo, com raio de concordância em sua junção (Celtin; Helman, 2005).

### 2.5.2 Prensa dobradeiras hidráulica

Segundo Goossen (2014), prensa dobradeira hidráulica é um equipamento formado pela união de peças mecânicas que transfere a força hidráulica gerada por uma bomba e amplifica através de cilindros por meios fluidos hidráulicos, usualmente óleo, e é controlado por válvulas. A força hidráulica gerada é transferida para ferramentas, que por sua vez fazem a deformação mecânica plástica de materiais. As prensas podem ser acionadas por pedais ou ainda por botões bimanuais.

De acordo com Newton (2018), a prensa dobradeira hidráulica é uma máquina desenvolvida para efetuar dobras em materiais metálicos a frio e/ou de estrutura plástica de possível conformação. Também é possível efetuar operações de puncionamento, entalhes etc., utilizando unidades de “colo de cisne” ou conjuntos especiais, mas neste caso, a força máxima desenvolvida pela máquina deve ser limitada a 60% do valor nominal.

Através da combinação de seu ferramental (punção e matriz) e uma chapa posicionada entre ambas é possível efetuar dobras de ângulos e raios, proporcionando a fabricação dos mais variados formatos de perfis atendendo a vários tipos de setores da indústria.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo geral deste artigo é a implantação de um plano de manutenção preventiva visando aumentar a vida útil de peças e componentes da prensa dobradeira hidráulica, a fim de evitar paradas não programadas e interrupção da produção.

Newton (2018) destaca que o equipamento em estudo é do modelo PSH 25040. Ainda segundo o autor sua força máxima para a realização de uma dobra é de 2500 kN.

A prensa que é foco deste estudo está alocada em uma empresa metalmecânica na cidade de Chapecó como foco na produção de soluções para a indústria alimentícia conforme Figura 4.

**Figura 4 - Prensa Dobradeira Hidráulica.**



Fonte: o Autor (2023).

O primeiro passo foi realizar o tagueamento da máquina e conseqüentemente sua codificação. Para o tagueamento foi definida a sigla do fabricante do equipamento, ou seja, utilizam-se o código do equipamento e a sua capacidade de dobra. O tag do equipamento ficou definido como PSH25040, PSH como sendo referência ao nome do equipamento, 250 toneladas a força de dobra e 40 por se tratar do comprimento máximo de dobra (trabalho), ou seja, 4000 mm.

Para ser possível o levantamento de dados do equipamento, ou seja, verificar quais paradas e por quanto a máquina está em operação, foi implantado o diário de bordo. Ele é uma ferramenta que é utilizada durante toda a jornada de trabalho da máquina para que seja pontuado de forma detalhada todas as paradas diariamente. Sempre que o equipamento parar ou interromper as atividades por qualquer motivo, essa parada é anotada no diário de bordo, com a seguinte ordem, o código da parada, a hora de início da parada e o horário de retorno ao trabalho. O diário de bordo foi implantado no dia 01/08/2023.

As paradas foram definidas com base em um acompanhamento prévio feito no equipamento pelo operador. Para realizar o lançamento dos dados e posterior cálculo da disponibilidade do equipamento, foi utilizada uma planilha de cálculo do Software Excel. Nessa planilha são lançadas todas as paradas e posterior cálculo da disponibilidade do equipamento conforme item 2.4 deste artigo.

Outra forma de atingir o objetivo proposto foi a elaboração do plano de manutenção que estará disponível na máquina. Os itens que foram abordados no Plano de Manutenção Preventiva do Equipamento foram a troca de óleo da unidade hidráulica, responsável por todo o sistema hidráulico do equipamento. No plano de manutenção contém o nome do equipamento, modelo, marca e qual o responsável técnico. Toda vez que acontecer uma intervenção no equipamento por motivo de manutenção está sendo preenchido este plano de manutenção.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 RESULTADOS LEVANTAMENTO DE DADOS**

Com a implantação do diário de bordo na máquina PSH25040 foi possível o levantamento de dados para a tomada de decisão dos próximos passos da execução do plano de manutenção do equipamento. O diário de bordo foi preenchido diariamente pelos operadores da PSH 25040 conforme Figura 5.





**Figura 6 - Dados Diário de Bordo.**

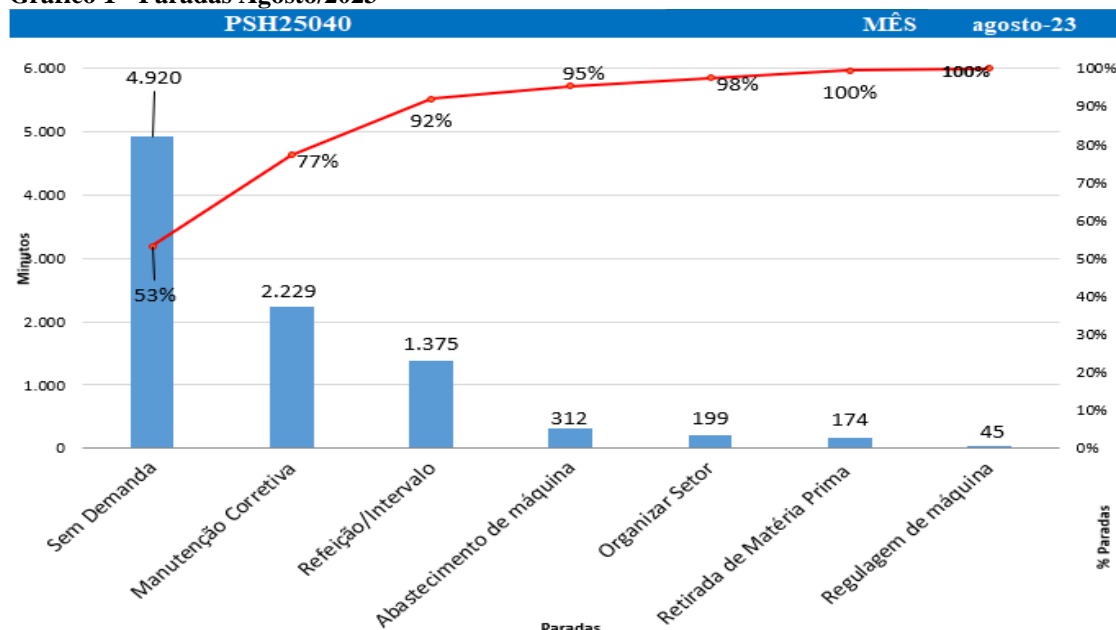
Semana	Máquina	Data	Turno	Código Parada	Início	Fim	Tempo (min)	Parada	OBSERVAÇÃO DB	Tipo de Parada	ID
31	PSH25040	01/08/2023	1	3	07:30	11:48	258	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045139Parada Não Programada
31	PSH25040	01/08/2023	1	17	11:48	13:00	72	Refeição/Intervalo	Servo Motor com defeito	Parada Operacional	PSH2504045139Parada Operacional
31	PSH25040	01/08/2023	1	3	13:00	17:30	270	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045139Parada Não Programada
31	PSH25040	02/08/2023	1	3	07:30	11:48	258	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045140Parada Não Programada
31	PSH25040	02/08/2023	1	17	11:48	13:00	72	Refeição/Intervalo	Servo Motor com defeito	Parada Operacional	PSH2504045140Parada Operacional
31	PSH25040	03/08/2023	1	3	13:00	17:30	270	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045140Parada Não Programada
31	PSH25040	03/08/2023	1	3	07:30	11:48	258	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045141Parada Não Programada
31	PSH25040	03/08/2023	1	17	11:48	13:00	72	Refeição/Intervalo	Servo Motor com defeito	Parada Operacional	PSH2504045141Parada Operacional
31	PSH25040	03/08/2023	1	3	13:00	17:30	270	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045141Parada Não Programada
31	PSH25040	04/08/2023	1	3	07:30	11:48	258	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045142Parada Não Programada
31	PSH25040	04/08/2023	1	17	11:48	13:00	72	Refeição/Intervalo	Servo Motor com defeito	Parada Operacional	PSH2504045142Parada Operacional
31	PSH25040	04/08/2023	1	3	13:00	17:30	270	Manutenção Corretiva	Servo Motor com defeito	Parada Não Programada	PSH2504045142Parada Não Programada
32	PSH25040	07/08/2023	1	3	07:30	09:27	117	Manutenção Corretiva	Reset painel comando para restabelecer comandos	Parada Não Programada	PSH2504045145Parada Não Programada

Fonte: o Autor (2023).

O período de acompanhamento apresentado neste trabalho compreende desde o dia 01/08/2023 ao dia 10/11/2023. Em um primeiro momento a equipe de operadores aceitou de forma positiva a sua utilização. Porém, com o passar dos meses ocorreram algumas falhas de preenchimento das informações, criando algumas lacunas de falta de dados.

Na sequência, são apresentados gráficos de acompanhamento das paradas no mês de agosto, setembro, outubro e o mês de novembro com dados parciais. No Gráfico 1, são apresentadas as paradas realizadas no mês de agosto e registradas pelos operadores, no diário de bordo da prensa dobradeira hidráulica.

**Gráfico 1 - Paradas Agosto/2023**

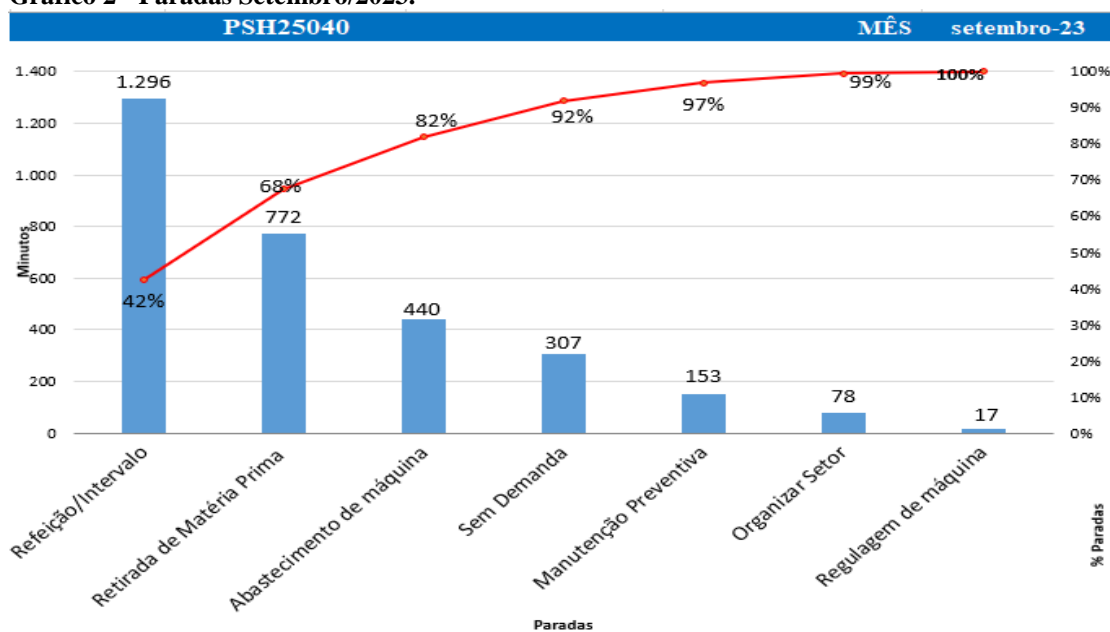


Fonte: o Autor (2023).

No Gráfico 1 é possível identificar que, os itens que realmente interessam para a elaboração do Plano de manutenção Preventiva da máquina, que são os tempos de paradas de manutenção corretiva e de regulagem da máquina, pois são estes que efetivamente irão ser computados como tempos de paradas para a manutenção da máquina, porém no diário de bordo todos são registrados e para o mês de agosto, pode-se observar que: de um total de 9.254 minutos, ou 154h 23min foi possível identificar que a maior parada do mês foi Sem Demanda, com 4.920 sendo quatro mil novecentos e vinte minutos, ou seja 82 horas, seguida da parada de manutenção corretiva de 2.229, (dois mil duzentos e vinte e nove mil) minutos, o que representa 37h15min, seguido da parada para refeição/intervalo com um total de 1.375 minutos, aproximadamente 22 horas.

Essa parada de manutenção foi ocasionada por um problema no servomotor da máquina, gerando uma parada de aproximadamente 4 dias.

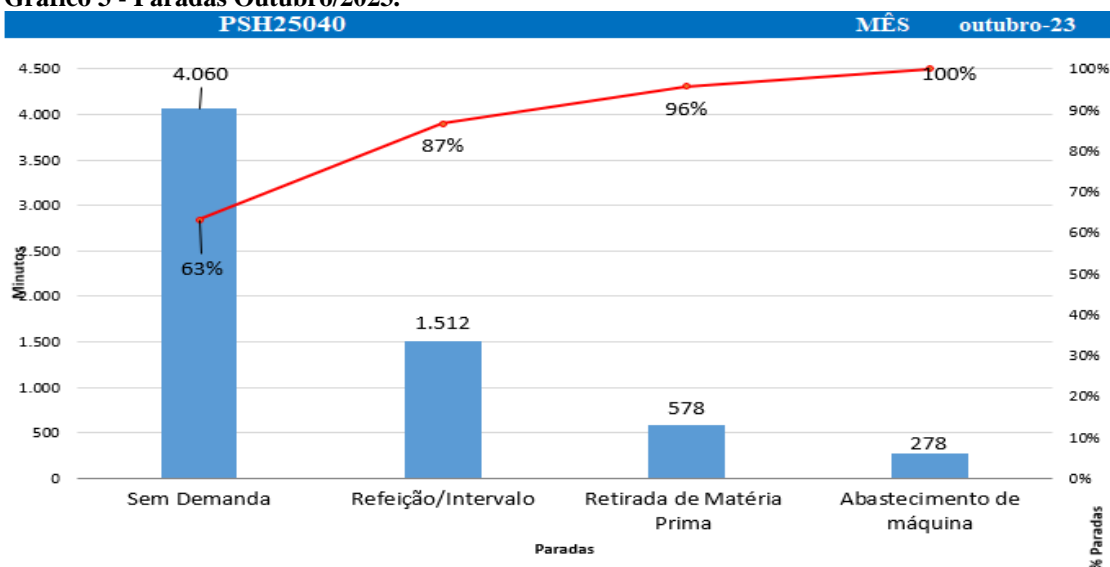
**Gráfico 2 - Paradas Setembro/2023.**



Fonte: o Autor (2023).

No Gráfico 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que mostra as paradas do mês, percebe-se que a parada Sem Demanda ainda continua sendo a maior dentre os totais, com 835 minutos acumulados no mês, seguida de retirada de matéria-prima e abastecimento de máquina. Ainda neste mês de setembro foi executada a primeira manutenção preventiva oriunda no plano de manutenção da máquina.

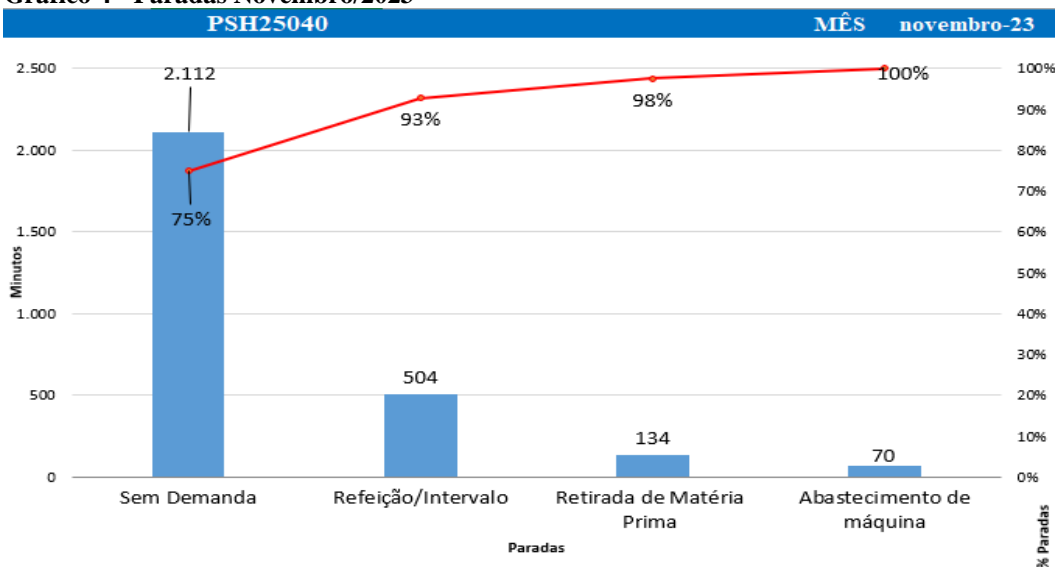
Gráfico 3 - Paradas Outubro/2023.



Fonte: o Autor (2023).

Seguindo uma projeção dos outros meses, o Gráfico 4, aponta que a parada Sem Demanda continua sendo a maior, porém com um índice ainda maior em comparação Setembro/2023.

Gráfico 4 - Paradas Novembro/2023



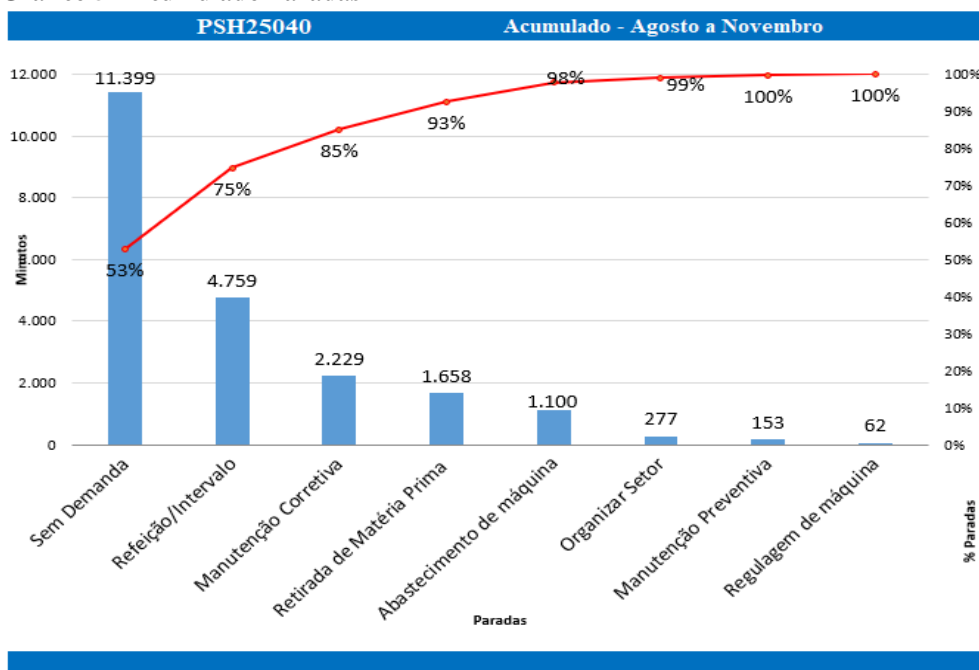
Fonte: o Autor (2023).

O Gráfico 4 nos apresenta dados parecidos com os outros meses, se mantendo a parada de Sem Demanda como a maior entre todas, com um valor de 2.112 minutos, ou seja

aproximadamente 3,5 dias. Importante apontar que os dados de novembro são parciais até o dia 10/11/2023.

Ao se realizar um acumulado de todas as paradas da máquina no período de implantação do diário de bordo, percebe-se o alto valor da parada Sem Demanda conforme Gráfico 5. Pode-se afirmar que esse grande montante de valor acumulado foi um ponto negativo, visto que nesse tempo, a máquina estava disponível, porém sem executar nenhuma dobra, além de diminuir probabilidade de alguma parada de manutenção corretiva acontecer.

**Gráfico 5 - Acumulado Paradas**



Fonte: o Autor (2023).

A máquina PSH25040 ficou parada por um total de aproximadamente 190 horas pelo motivo de Sem Demanda, seguida da parada operacional de Refeição/Intervalo com 79,82 horas e Manutenção Corretiva com 37,15 horas. As três principais paradas equivalem a aproximadamente 31 dias de trabalho.

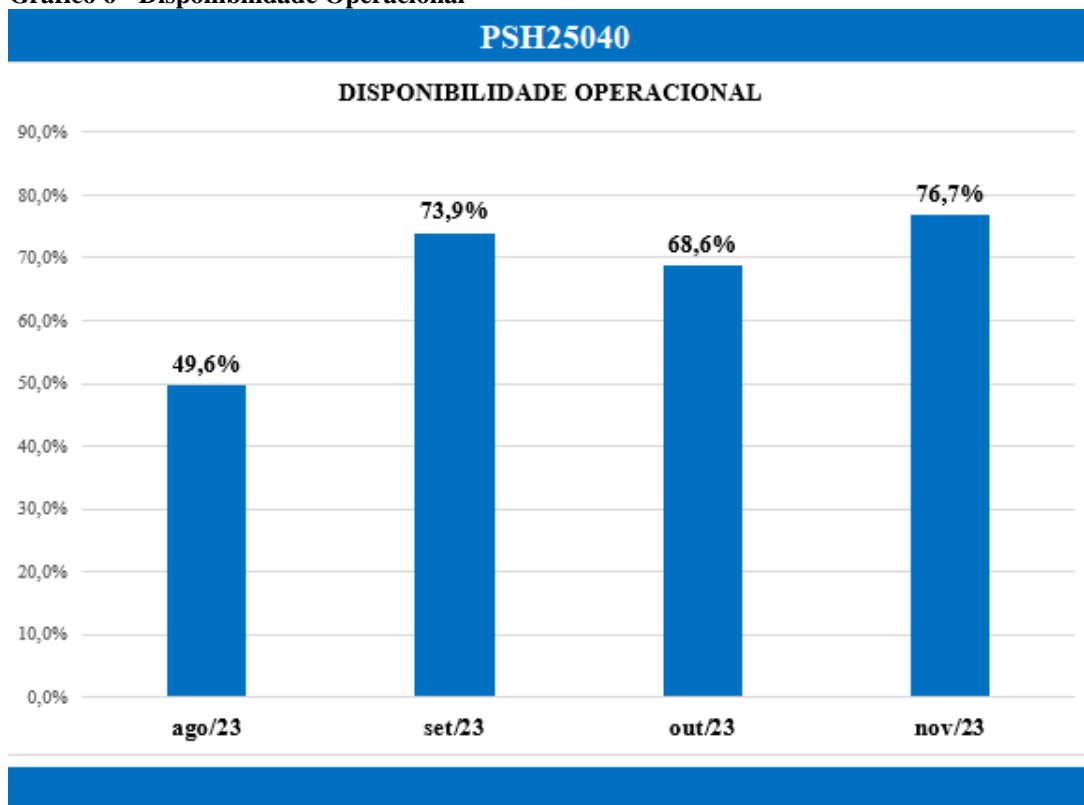
#### 4.2 CÁLCULO DISPONIBILIDADE – PRENSA DOBRADEIRA HIDRÁULICA

Com o levantamento das paradas não programadas, operacionais e programadas do equipamento foi possível calcular a disponibilidade da máquina no período que corresponde aos dias 01/08/2023 a 10/11/2023.

A manutenção preventiva foi considerada como uma parada programada. Já as paradas de Sem Demanda e Refeição/Intervalo foram consideradas como paradas operacionais. As

demais paradas disponíveis no diário de bordo para apontamento foram tratadas como paradas não programadas. Essa diferenciação entre as paradas é para atender a equação de cálculo de disponibilidade da máquina conforme equação (3).

**Gráfico 6 - Disponibilidade Operacional**



Fonte: o Autor (2023).

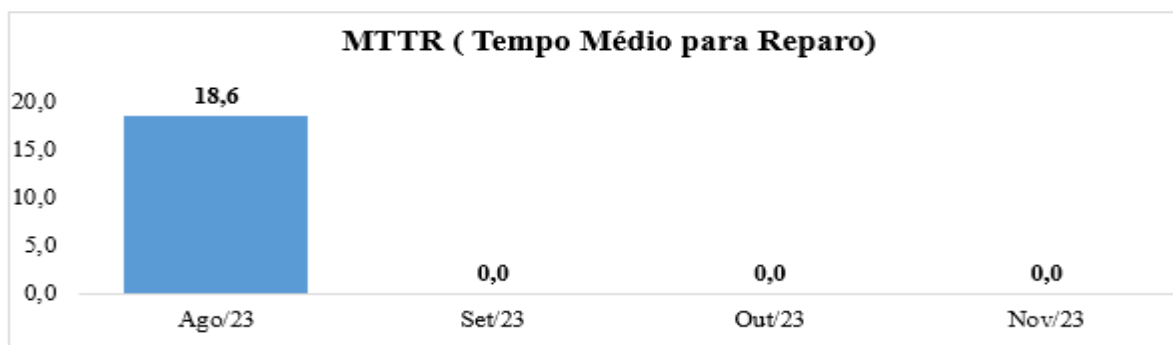
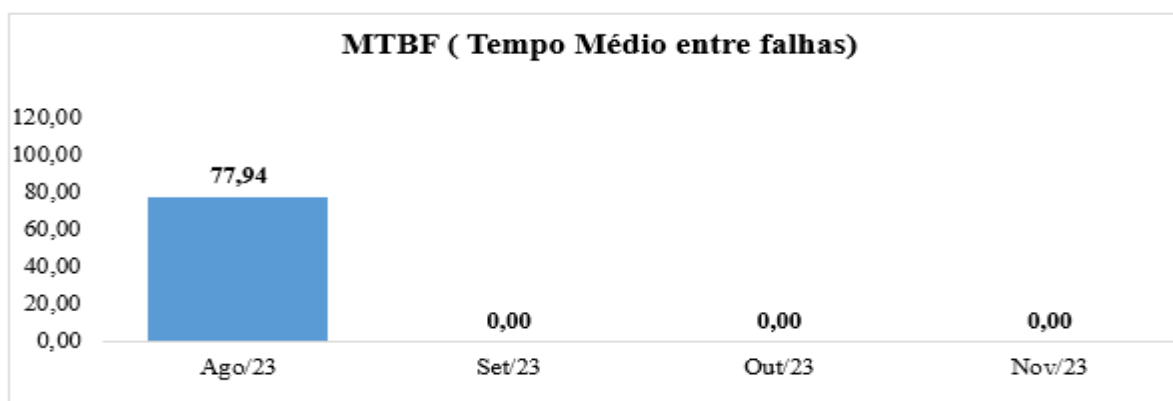
No Gráfico 6 é possível observar a evolução da disponibilidade do equipamento no período de agosto/2023 a novembro/2023. Vale reforçar que os dados do mês de novembro são parciais. O que gerou um impacto maior no mês de agosto/2023 foi a quebra da máquina. Nos outros meses não teve nenhuma parada não programada significativa, portanto a disponibilidade do equipamento se manteve sempre aceitável.

#### 4.3 CÁLCULO INDICADORES DA MANUTENÇÃO

Para realizar os cálculos dos indicadores de manutenção foram utilizados os dados de parada de manutenção corretiva levantados através do diário de bordo do equipamento. Foi utilizado a metodologia de cálculo descrita no item 2.4 deste artigo.

Figura 7 - Indicadores Manutenção.

INDICADORES MANUTENÇÃO						
	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Média
Horas Disponíveis	156	168	196	67		
Horas Paradas Manutenção	37	0	0	0		
Nº Defeitos Corretivos	2	0	0	0		
MTBF	77,94	0,00	0,00	0,00		
MTTR	18,6	0,0	0,0	0,0		



Fonte: o Autor (2023).

A Figura 7 apresenta os valores calculados dos indicadores MTBF e MTTR dos meses de agosto/2023 a um valor parcial de novembro de 2023.

Pode-se perceber, que após o mês de agosto, a máquina não teve mais nenhuma intervenção em função de manutenção corretiva.

#### 4.4 PLANO DE MANUTENÇÃO

O plano de manutenção da PSH25040 foi elaborado com foco nas trocas de óleos e filtros da unidade hidráulica da máquina. O plano foi criado e fixado no equipamento conforme Figura 8.



O primeiro passo, a criação da tag foi realizado com base nas informações técnicas da máquina. De modo geral, a aceitação da empresa com a nomenclatura foi bem aceita por todos. No segundo momento, foi necessário a implantação do diário de bordo na máquina. Sua função é vital para que os dados sejam, fontes confiáveis de informação para a tomada de decisão.

Por fim, o plano de manutenção foi apresentado para a equipe e por se tratar de informações mais simples e de fácil controle, este está sendo utilizado de forma correta. Podemos afirmar que a implantação seguiu o cronograma proposto, porém ocorreram alguns empecilhos que podem ter impactado em algum ponto o resultado da implantação.

Um ponto de melhoria que será aplicado no decorrer da implantação é a criação do plano de lubrificação do equipamento. Neste plano constará atividades semanais, mensais e trimestrais em relação a lubrificação de itens do equipamento. Essa iniciativa visa aumentar a vida útil do equipamento e conseqüentemente sua confiabilidade e disponibilidade.

Outra oportunidade de melhoria com possibilidade de implantação, é a estruturação do OEE do equipamento, ou seja, a realização do cálculo da eficiência global do equipamento. Com o diário de bordo se tem a informação de disponibilidade do equipamento, faltando apenas a performance da máquina e a qualidade das peças produzidas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial**: conceitos básico e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2014.

CELTIN, P. R.; HELMAN, H. **Fundamentos da Conformação**. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

FREITAS, Lais Fulgênio. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de Juiz de Fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva**. 2016. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/TCC-La%C3%ADs-Fulg%C3%A0ncio-Freitas.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

GOOSSEN, Eduard Wolfgang. **NR-12 em prensa dobradeira hidraulica de chapas em uma indústria de fabricação de máquinas**. 2014. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2014.

LIKER, Jeffrey K.. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. São Paulo: Bookman, 2007.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica**, 2ª ed. 1ª Reimpressão 2004. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, Coleção Manutenção, Abraman.



KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

NEVES, Fábio Lúcio; PEREIRA, Louzada Adriana. **Gestão da Manutenção**. Contagem: Senai, 2002. Disponível em:  
[http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/MAN/apostila\\_senai.pdf](http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/MAN/apostila_senai.pdf). Acesso em: 03 mar. 2023.

NEWTON, Industria. **Manual Prensa Dobradeira Hidráulica**: Linha PHS. Limeira: Newton, 2018.

SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu; OLIVIO, Amauri; LUCATO, André Vicente Ricco. **Gestão da Manutenção**. Londrina: Educacional S.A., 2017.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle de manutenção**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.