

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LAILA GRANDO

**PROPOSTA DE MELHORIA NA UTILIZAÇÃO DO INDICADOR DE
EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE) DE UMA LINHA
AUTOMÁTICA DE PINCÉIS IMOBILIÁRIOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

PONTA GROSSA

2017

LAILA GRANDO



**PROPOSTA DE MELHORIA NA UTILIZAÇÃO DO INDICADOR DE
EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE) DE UMA LINHA
AUTOMÁTICA DE PINCÉIS IMOBILIÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos
Claros Garcia

PONTA GROSSA

2017

	<p style="text-align: center;">Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	
---	---	---

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

PROPOSTA DE MELHORIA NA UTILIZAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE) DE UMA LINHA AUTOMÁTICA DE PINCÉIS IMOBILIÁRIOS

por

Laila Grando

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 28 de Novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia

Prof. Orientador

Prof. Ma. Ana Maria Bueno

Membro titular

Prof.Dr. Fábio Branco

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

GRANDO, Laila. **Proposta de melhoria na utilização do indicador de eficiência global do equipamento (OEE) de uma linha automática de pincéis imobiliários.** 2017. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado, em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Com a expansão da competitividade no mercado, as empresas vêm buscando aumentar a eficiência de seus processos como uma nova estratégia para seus negócios. Para isso, uma das filosofias utilizadas é a Manutenção Produtiva Total (TPM), no qual apresenta uma medida chamada Eficiência Global do Equipamento (OEE) como principal função para identificar melhorias na eficiência dos equipamentos. Com isso, este trabalho buscou analisar os resultados da utilização do OEE em uma linha automática de pincéis imobiliários em uma empresa de grande porte, e propor melhorias para um melhor aproveitamento da ferramenta. Assim, por meio dos índices de desempenho, disponibilidade e qualidade, foram coletados dados de um *software* chamado Alfa provido pela empresa. Com as análises realizadas de fevereiro a agosto de 2017 foi identificado um aumento na eficiência de 20,29% e na produtividade 29,9% do equipamento após algumas melhorias pontuais implantadas, evidenciando os benefícios da aplicação dessa medida. Portanto, após as análises foram sugeridas medidas de aprimoramento do sistema e de sua utilização para que a empresa consiga atingir seu objetivo.

Palavras-chave: Manufatura enxuta. Manutenção Produtiva Total. Eficiência Global do Equipamento.

ABSTRACT

GRANDO, Laila. **Proposal to improve the use of the Global Equipment Effectiveness (OEE) indicator of an automatic line of paint brushes.** 2017. 67 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Industrial Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

With the expansion of market competitiveness, companies are seeking to increase the efficiency of their processes as a new strategy for their business. For this, one of the philosophies used is Total Productive Maintenance (TPM), which it presents a measure called Overall Equipment Effectiveness (OEE) as the main function to identify improvements in the equipment efficiency. Thus, this work found to analyze the results of the use of OEE in an automatic line of paint brushes in a big company, and to propose improvements for a better use of the tool. Thus, through the variables of performance, availability and quality, data were collected from software called Alpha provided by the company. With the analyzes carried out from February to August 2017, an increase in efficiency of 20.29% and a 29.9% productivity of the equipment were identified after some specific improvements implemented, evidencing the benefits of applying this measure. Therefore, after the analyzes were suggested measures of improvement of the system and its use so that the company can achieve its objective.

Keywords: Lean Manufacturing. Total Productive Maintenance. Overall Equipment Effectiveness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os Sete Desperdícios	14
Figura 2 - Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução	15
Figura 3 - Cinco passos do 5S	17
Figura 4 - Pilares da TPM.....	23
Figura 5 - Seis grandes perdas relacionadas ao OEE	26
Figura 6 - Fluxograma das divisões do equipamento.....	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produtividade do equipamento em fevereiro de 2017	37
Gráfico 2 - Tempo médio de Paradas e Falhas por grupo em fevereiro de 2017	38
Gráfico 3 - Tempo médio de Paradas e Falhas ocorridas no grupo "outros" em fevereiro de 2017	39
Gráfico 4 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "geral" em fevereiro de 2017	41
Gráfico 5 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "Pagim" em fevereiro de 2017	43
Gráfico 6 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "Magazine" em fevereiro de 2017	44
Gráfico 7 - Produtividade do equipamento em agosto de 2017.....	47
Gráfico 8 - Tempo Médio de Paradas e Falhas por grupo em agosto de 2017	48
Gráfico 9 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "geral" em agosto de 2017	50
Gráfico 10 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "gravação" em agosto de 2017	51
Gráfico 11 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "outros" em agosto de 2017	52
Gráfico 12 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "magazine" em agosto de 2017	54
Gráfico 13 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "cola" entre fevereiro e agosto de 2017.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice do OEE Global.....	28
Tabela 2 - Comparativo entre fevereiro e agosto da parada "Limpeza e Organização".....	49
Tabela 3 - Comparativo entre os meses de fevereiro e agosto de 2017	56

LISTA DE SIGLAS

STP	Sistema Toyota de Produção
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
TPM	Manutenção Produtiva Total
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
JIT	<i>Just-In-Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO GERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 MANUFATURA ENXUTA	13
2.1.1 5S.....	17
2.1.2 Troca Rápida de Ferramentas.....	18
2.1.3 <i>Poka-yoke</i>	19
2.1.4 <i>Kaizen</i>	19
2.1.5 Mapeamento do Fluxo de Valor	20
2.1.6 <i>Just-In-Time</i>	20
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	21
2.2.1 Eficiência Global do Equipamento	26
3 METODOLOGIA	29
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	29
3.2 ESTUDO DE CASO	30
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	32
4 RESULTADOS	33
4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	33
4.2 ANÁLISE DOS DADOS.....	33
4.2.1 Análise do Mês de Fevereiro de 2017	34
4.2.2 Análise do Mês de Agosto de 2017	45
4.2.3 Propostas de Melhorias	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A – Lista de Paradas e Falhas	64

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a competitividade global e o avanço tecnológico vem influenciando as empresas a realizarem suas estratégias de forma diferente. Essa pressão competitiva faz com que elas busquem eficiências em seus processos e trabalhem de forma simultânea as dimensões de custos, flexibilidade, qualidade, tempo e inovação, principalmente na produção de pequenos lotes com curto prazo de entrega para seus clientes (ANTUNES et al., 2008; SULLIVAN; MCDONALD; VAN AKEN, 2002).

Segundo Martins e Laugeni (2005), cada vez mais as empresas estão dependendo de equipamentos e máquinas para se manterem no mercado competitivo, no qual se reflete na busca por novas técnicas de aumento de confiabilidade. Essa busca para melhorar a manutenção dos equipamentos críticos e não críticos se deve porque as interrupções nos processos podem causar atrasos nas entregas para os clientes, falta de qualidade no produto e aumento do custo do produto.

Uma das filosofias que vem sendo implementadas por todo o mundo com intuito de solucionar desafios de gestão nos setores produtivos é a manufatura enxuta. Essa filosofia pode ser considerada a melhor maneira de criar oportunidades em desenvolver sistemas produtivos mais eficientes relacionado a recursos. Além das ferramentas utilizadas no *lean* como *kanban*, *kaizen*, mapeamento de fluxo de valor, entre outros, a Manutenção Produtiva Total é uma das ferramentas mais utilizadas (ANDRESSON; BELLGRAN, 2014).

De acordo com Pun et al. (2002), uma das justificativas é que a manutenção está com um papel importante para auxiliar nas estratégias emergentes de negócios e de operações. Além disso, hoje as empresas não admitem mais interrupções do processo produtivo por causa de paradas dos equipamentos, isto é, elas estão adotando o princípio de zero quebra, pois os princípios do *just-in-time* precisam de um fluxo contínuo de materiais para sua concretização (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Apesar das estratégias das empresas estarem mudando para uma atitude mais proativa, realizando manutenções preventivas e preditivas, ainda existem empresas que adotam a manutenção reativa em suas atividades. Ela é usada, principalmente quando algum equipamento não executa corretamente sua função, e é neste momento que a manutenção atua na realização de reparos. Essa atitude não

somente influencia no tempo de inatividade como também na produtividade (SHARMA; KUMAR; KUMAR, 2006).

Por isso, um dos objetivos da Manutenção Produtiva Total (TPM) é melhorar a eficiência do equipamento, e um dos métodos utilizados dentro do TPM para medir tempo de inatividade, produtividade e desempenho, além de auxiliar na melhoria de processo é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Ele pode ser considerado uma combinação da manutenção operacional, manutenção do equipamento e recursos disponíveis (ANDRESSON; BELLGRAN, 2014; CHAN et al., 2003).

Portanto, a utilização do OEE auxilia as empresas a atingirem suas produtividades de forma eficiente, identificando por meio da análise os pontos críticos do processo para realizar as manutenções necessárias e recuperar a disponibilidade, o desempenho e a qualidade dos produtos e dos equipamentos, mantendo-os na competitividade mundial.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor melhorias na utilização do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) de uma linha automática de pincéis imobiliários em uma empresa de grande porte.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a situação e os dados de fevereiro de 2017 da linha automática;
- Implementar o *software* Alfa;
- Avaliar a eficiência da linha até agosto de 2017;
- Identificar as principais fontes de paradas da linha;
- Propor melhorias conforme os dados obtidos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Manter-se na competitividade em um mundo onde a cada dia surgem novas tecnologias e indústrias de manufatura, faz com que as empresas busquem novas metodologias e ferramentas que reflitam em um baixo custo nos produtos e preço de mercado, além da responsividade na entrega para seus clientes. Por isso, cada vez mais se torna estratégico produzir mais com menos, ou seja, o processo produtivo necessita ser mais eficiente e com menos desperdícios.

Por isso, conseguir o máximo da eficiência em seus processos resultam em um ambiente mais produtivo e com maior aproveitamento dos recursos, refletindo principalmente, nos custos totais da empresa. Assim, para se manterem em seus focos de processos mais eficazes, uma das áreas que mais tem influência neste desenvolvimento é a área da manutenção (WIREMAN, 2004).

Assim, a TPM vem como uma nova estratégia de atender as novas necessidades das empresas, principalmente porque está totalmente ligada aos princípios da manufatura enxuta, no qual reflete em foco total no aumento da produtividade, da eficiência, da participação de todos da empresa, além de buscar minimizar os problemas nos processos agindo antecipadamente (ALMEANAZEL, 2010).

Então, o OEE vem com o objetivo de eliminar as seis grandes perdas (quebras, ajustes, pequenas paradas/tempo ocioso, baixa velocidade, qualidade insatisfatória e perda com *start-up*) e alcançar a eficiência ideal do equipamento, junto com a TPM. Este indicador auxilia o gerenciamento da produção e a manutenção dando foco nas maiores perdas do processo, resultando em um melhor desempenho do equipamento, mais disponibilidade para produção e aumento na qualidade do produto (ALMEANAZEL, 2010).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente tópico busca concentrar informações sobre o indicador OEE desde a origem da manufatura enxuta e suas principais ferramentas, dando enfoque nos conceitos da manutenção produtiva total e seus princípios.

2.1 MANUFATURA ENXUTA

A manufatura enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema que visa a maximização do valor agregado por meio da eliminação total das perdas e da redução de custos (SHINGO, 1996; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; ABDULMALEK; RAJGOPAL, 2007).

Nos Estados Unidos, segundo Shingo (1996), a produção era feita em massa, ou seja, era fabricado poucas referências, mas em grandes quantidades. O objetivo da produção em massa era a redução de custos de mão de obra por produto, como também os custos totais. Devido aos baixos preços de venda, a demanda aumentava criando um ciclo de produção em massa.

Após a Segunda Guerra Mundial, os japoneses enfrentaram uma grande escassez de recursos materiais, financeiros e recursos humanos, no qual tiveram que buscar novas soluções para enfrentar essa crise, e foi nesse momento que nasceu a manufatura enxuta (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Assim, Shingo (1996) acrescenta algumas características básicas da manufatura enxuta:

- Visa a redução total das perdas por meio da otimização de custo;
- Elimina a superprodução aplicando o conceito de estoque zero e a mínima utilização da força de trabalho humana visando a redução de custo;
- Utilização da troca rápida de ferramenta para redução dos ciclos de produção para atingir o estoque zero;
- Engaja-se fortemente na ideia em que a quantidade produzida deve ser igual à quantidade demandada.

No STP existem dois tipos de operações: as que agregam valor ao produto e as que não agregam valor. Segundo Shingo (1996) e Ohno (1997) as perdas são consideradas atividades que não agregam valor, ou seja, qualquer atividade que não colabora com as operações, como por exemplo, acúmulo de peças semiprocessadas, movimentações, dentre outras. Já o que agrega valor é tudo que está relacionado a qualquer transformação da matéria-prima em qualidade ou em forma (SHINGO, 1996).

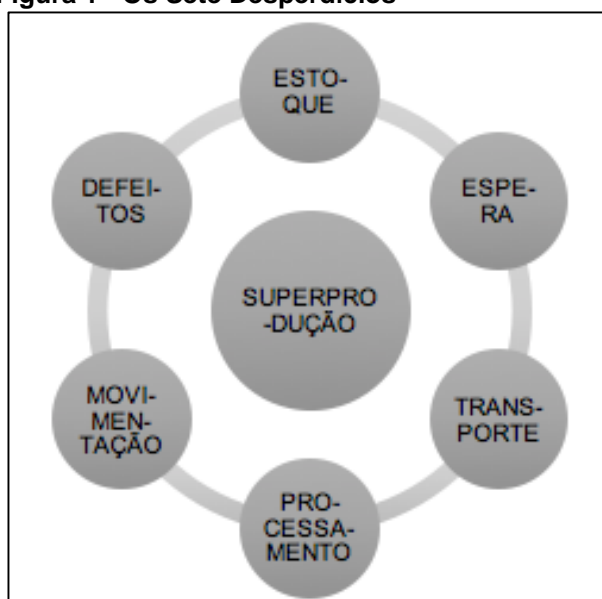
Na Toyota, por exemplo, todos sabem que a meta é a redução de custo focado na eliminação de perdas. O processamento é o único fator que agrega valor dentro de um processo. Os demais fatores como inspeção, transporte e estocagem devem ser sempre eliminados quando for possível (SHINGO, 1996).

Para que haja a eliminação dos desperdícios é necessário identificá-los em toda a cadeia de valor do produto ou de sua família (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Segundo Ohno (1997) para aumentar a eficiência da fábrica é preciso produzir apenas o necessário usando o mínimo de mão de obra, e para que isso seja feito é preciso reduzir ou eliminar os desperdícios. Todo desperdício é considerado como aumento dos custos sem agregar valor no produto.

Assim, Ohno (1997) aponta os sete desperdícios, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Os Sete Desperdícios



Fonte: Autoria própria (2017)

Cada desperdício desse interfere em algum processo da empresa e gera um custo em que o cliente não está disposto a pagar.

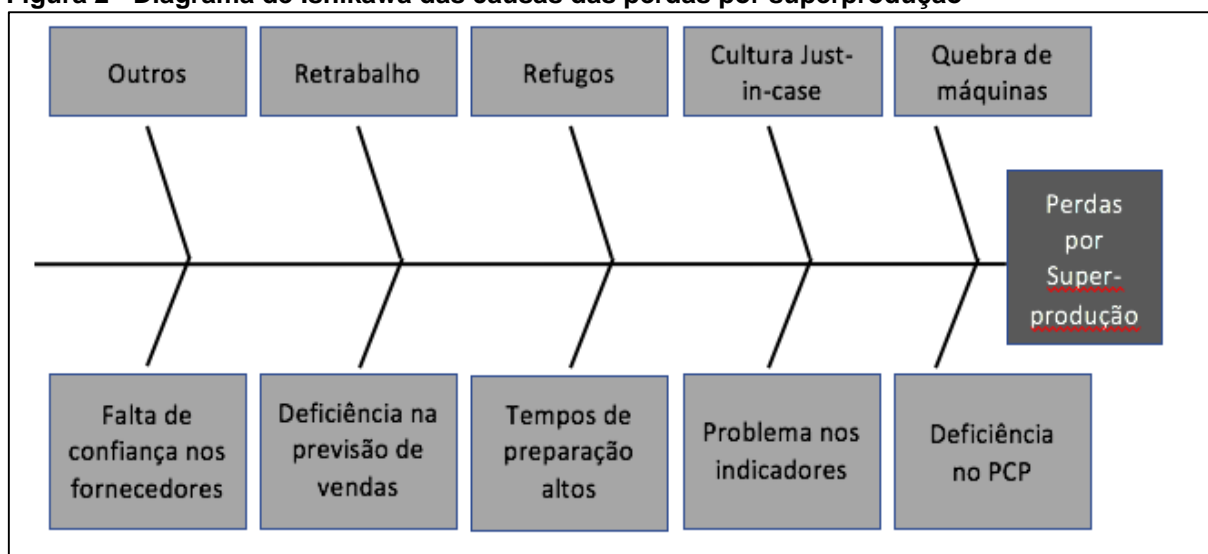
1. Desperdício de superprodução

Para Shingo (1996), existem dois tipos de perdas por superprodução: a quantitativa que significa fazer mais produtos do que é necessário e a antecipada que é fazer o produto antes que seja necessário. Assim, para evitar a superprodução utiliza-se o método do *just-in-time*.

Segundo Ohno (1996) a perda por superprodução consegue camuflar as demais perdas, por isso ela é considerada a “pior das perdas”.

A Figura 2 apresenta um diagrama de Ishikawa com as possíveis causas em que os gestores podem adotar em suas empresas, e conseqüentemente, tenham perdas por superprodução (ANTUNES et al, 2008).

Figura 2 - Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2008)

2. Desperdício de espera

Segundo Antunes et al. (2008) as perdas por espera é todo período de tempo em que o operador e/ou máquina não está agregando valor ao produto e/ou serviço.

Para Shingo (1996) a espera entre processos pode ser reduzida com a equalização e a sincronização deles, mas para que não aumente o desperdício em transporte, deve-se priorizar a melhoria no *layout* da empresa.

3. Desperdício em transporte

As perdas por transporte são todas as atividades de movimentações de materiais que geram custo, mas não agregam valor ao produto (ANTUNES et al., 2008). Segundo Shingo (1996), essas perdas podem ser reduzidas a partir da melhoria no *layout* da planta. Antunes et al. (2008) acrescentam que técnicas de *layout* podem ser usadas para ajudar nesse processo.

4. Desperdício do processamento em si

As perdas de processamento em si são atividades desnecessárias para que o produto, serviço ou sistema obtenha suas características básicas (ANTUNES et al., 2008). Segundo Shingo (1996), para diminuir o desperdício de processamento, primeiramente deve-se investir em melhorias voltadas à Engenharia de Valor e à Análise de Valor.

5. Desperdício em estoque

Todo material, seja ele matéria-prima, produto semiacabado e/ou produtos acabados, com alto volume de estoque resulta no aumento dos custos financeiros e do espaço físico necessários (ANTUNES et al., 2008).

Eles podem ser reduzidos fabricando pequenos lotes de produtos, diminuindo o prazo de entrega, reduzindo o ciclo de produção, sincronizando a produção (*Kanban*) e aplicando a melhoria contínua (SHINGO, 1996; ANTUNES et al., 2008).

6. Desperdício de movimento

O desperdício de movimento está associado a todos os movimentos desnecessários feitos pelos operadores quando estão desempenhando suas operações nas linhas de montagem ou nas máquinas. Por exemplo, flexões excessivas e a busca por itens perdidos na área (SHINGO, 1996; SULLIVAN; MCDONALD; VAN AKEN, 2002).

7. Desperdício por defeitos

Segundo Antunes et al. (2008), as perdas com defeitos se devem pelo fato do produto não atender as especificações ou requisitos de qualidade, ou seja, estando não conforme ao requerido no projeto. Sullivan, McDonald e Van Aken (2002) acrescentam que retrabalhar um produto também é perda com defeitos.

As perdas relacionadas a defeitos podem ser eliminadas realizando inspeções ou utilizando dispositivos *Poka-yoke* (SHINGO, 1996). Esses desperdícios podem ser eliminados utilizando algumas ferramentas implantadas no STP descritas brevemente nos próximos sete itens.

2.1.1 5S

A metodologia do 5S tem como objetivo organizar, limpar, padronizar e disciplinar um ambiente de trabalho produtivo. Sua importância em uma organização é na redução dos desperdícios, na redução de custos, no aumento da produtividade e na eliminação de tudo que é desnecessário, como atividades, tarefas e materiais (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013) os problemas não podem ser vistos quando o ambiente está desorganizado. Deixar os problemas a vista é o primeiro passo para conseguir realizar uma melhoria.

Segundo Martins e Laugeni (2005) e Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), 5S resume-se em cinco palavras descritas na Figura 3.

- *Seiri* – Utilização: é a separação de tudo que é necessário manter na área do que não é necessário, pois guardar coisas desnecessárias é necessitar de espaço para colocá-los;
- *Seiton* – Organização: é a separação e organização da área alocando os materiais de forma que sejam facilmente encontrados;
- *Seiso* – Limpeza: Manter o local de trabalho e todos os itens limpos, checando e verificando as máquinas e ferramentas.

Figura 3 - Cinco passos do 5S



Fonte: Autoria própria (2017)

- *Seiketsu* – Padronização: é manter os 3S anteriores, de forma a garantir a segurança no trabalho, estabelecendo programação e métodos a serem executados;
- *Shitsuke* – Disciplina: é manter de forma disciplinada todas as melhorias do local de trabalho.

2.1.2 Troca Rápida de Ferramentas

A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) é um método utilizado para reduzir o tempo de *setup* de máquinas (ALMOMANI et al., 2013).

Womack, Jones e Roos (1992) comentam que após a Segunda Guerra Mundial, os fabricantes de carros nos Estados Unidos dedicavam um conjunto de prensas a uma peça específica prensando-as por meses ou anos, sem que houvesse a troca de molde. Porém, para Ohno, não fazia sentido essa solução, pois na indústria japonesa precisava-se que todo o carro fosse prensado em poucas linhas. E foi no final da década de 1950 que ele conseguiu realizar a troca de moldes de um dia para três minutos, sendo que essa troca era realizada pelos próprios operadores, diferentemente da indústria americana que era feita por especialistas.

Quando Ohno implantou a TRF, ele descobriu que o custo por peça prensada em lotes pequenos era menor que em lotes grandes, pois era eliminado o custo financeiro dos elevados estoques e os erros de fabricação apareciam imediatamente (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). De acordo com Shingo (1996), a TRF possibilitou a produção em pequenos lotes de diversos modelos e em pequenas quantidades, pois a produção em fluxo proporcionou a redução dos prazos de entrega para o cliente.

Shingo (1996) comenta que a TRF possui quatro fases, sendo elas:

- I. Mapeamento do processo do *setup*: primeiro é mapeado as atividades realizadas durante o *setup* e seus processos. Após essas informações são estudadas os tempos e movimentos das atividades dos operadores determinando o tempo padrão para cada operação;
- II. Classificação das atividades de *setup* como internas ou externas: após a lista de atividades e processos, são separadas em dois

- grupos: interno (realizada com o equipamento desligado) e externo (executada com o equipamento ligado);
- III. Transferir os *setups* internos para externos: preparar a máquina ou peças antes do processo começar. Uma das alternativas é uso de ferramentas padrão;
 - IV. Agilizar os *setups* internos e externos: no *setup* externo, sugere-se incluir atividades que ajudam a melhorar as tarefas do operador, evitando os desperdícios. No *setup* interno, sugere-se realizar mais de um *setup* ao mesmo tempo onde for possível.

2.1.3 Poka-yoke

Poka-yoke significa “à prova de falhas”. Esse método é utilizado para evitar ou minimizar os erros humanos na origem do produto, fazendo com que parte dele seja montado apenas de uma maneira. Com o *Poka-yoke* pode-se atingir zero defeitos na produção. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; MARTINS e LAUGENI, 2005).

Segundo Shingo (1996), existem dois tipos de inspeção quando se aplica o *Poka-yoke*:

- Inspeção sensorial – depende do ser humano, ou seja, de percepção e avaliação do item;
- Inspeção física – depende de instrumentos de detecção, ou seja, não está relacionado à percepção humana.

2.1.4 Kaizen

No Sistema de Produção Enxuta as melhorias na qualidade e na produtividade, ou seja, nos processos, vem por meio da melhoria contínua, que em japonês é chamado de *Kaizen* onde “KAI” significa *modificar* e “ZEN” *para melhor* (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009) (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Martins e Laugeni (2005) comentam que o *kaizen* está voltado a melhoria constante na organização e no comportamental, onde segundo a filosofia, não deve haver um único dia sem que seja realizado uma melhoria na empresa.

2.1.5 Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta que tem como objetivo eliminar os desperdícios. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) comentam que a ferramenta abrange toda a cadeia de valor, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto para o cliente. Além disso, o MFV cria o mapa do estado atual e o mapa do estado futuro do processo. A ideia de aplicar esse mapa é conseguir identificar as atividades chaves dentro das famílias de processos (FOURIE; UMED, 2017).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), essa ferramenta auxilia os gerentes a identificarem os desperdícios, que podem chegar a 60% em muitos processos de fabricação.

2.1.6 *Just-In-Time*

A filosofia *Just-In-Time* (JIT) é um dos sistemas que engloba os elementos do Sistema Toyota de Produção, eliminando os desperdícios para reduzir o excesso de estoques, as atividades que não agregam valor ao produto e/ou serviço e o excesso de capacidade (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

De acordo com Shingo (1996), o *just-in-time* nada mais é do que uma estratégia para atingir o estoque zero. Além disso, o JIT significa produzir na quantidade certa e no momento certo.

Para que esse sistema funcionasse, a Toyota adotou o método do “supermercado” que tem como hipótese de que o que foi comprado hoje provavelmente será comprado amanhã. Esse controle é feito por meio do *kanban* (SHINGO, 1996).

2.1.7 *Kanban*

O sistema *Kanban* que significa “cartão” foi desenvolvido pela Toyota para controlar o fluxo de produção. Esse cartão tem como função sinalizar a necessidade de produção de um determinado item e entregar no tempo, na quantidade certa para a estação seguinte (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; HUANG; KUSIAK, 1996).

O sistema básico funciona da seguinte maneira: cada contêiner possui um cartão com a quantidade de itens produzidos. Quando utilizado esse contêiner, o usuário das peças retira o cartão dele e coloca em um quadro. Em seguida, o usuário coloca o contêiner vazio na área de armazenamento. Quando o contêiner é reabastecido, o cartão é colocado novamente nele e armazenado na área de armazenamento (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A Manutenção Produtiva Total (TPM) foi desenvolvida e introduzida em 1971 no Japão tendo como objetivo atingir a zero quebra ou zero falha. É uma filosofia gerencial que atua não somente na organização, mas também no comportamento das pessoas e na forma como elas tratam os problemas ligados ao processo produtivo (MARTINS e LAUGENI, 2005). Além disso, segundo Sharma, Kumar e Kumar (2006), a TPM vem como estratégia de maximizar a eficácia e toda a vida do equipamento, englobando todos os campos como o planejamento, o uso e a manutenção, ou seja, envolvendo desde a alta gerência até os operadores.

Martins e Laugeni (2005) e Tsang (2002) comentam que a TPM se sustenta em três princípios fundamentais:

1. Melhoria das pessoas – Introdução de um operador autônomo para assumir a responsabilidade pelo atendimento da planta;
2. Melhoria dos equipamentos – Investir nas habilidades e nos conhecimentos dos operadores no equipamento para maximizar a eficácia operacional, assim eles conseguem detectar quaisquer anomalias além de sugerir melhorias para a eliminação das perdas;
3. Qualidade total – Utilizar equipes multifuncionais para melhorar os equipamentos e desenvolver as pessoas.

Ademais, Bamber, Sharp e Hides (1999) comentam que a abordagem japonesa define a TPM em cinco pontos principais:

1. Usar os equipamentos de forma mais eficiente;
2. Estabelecer um sistema de manutenção produtiva total;
3. Requer a participação de todos do departamento;

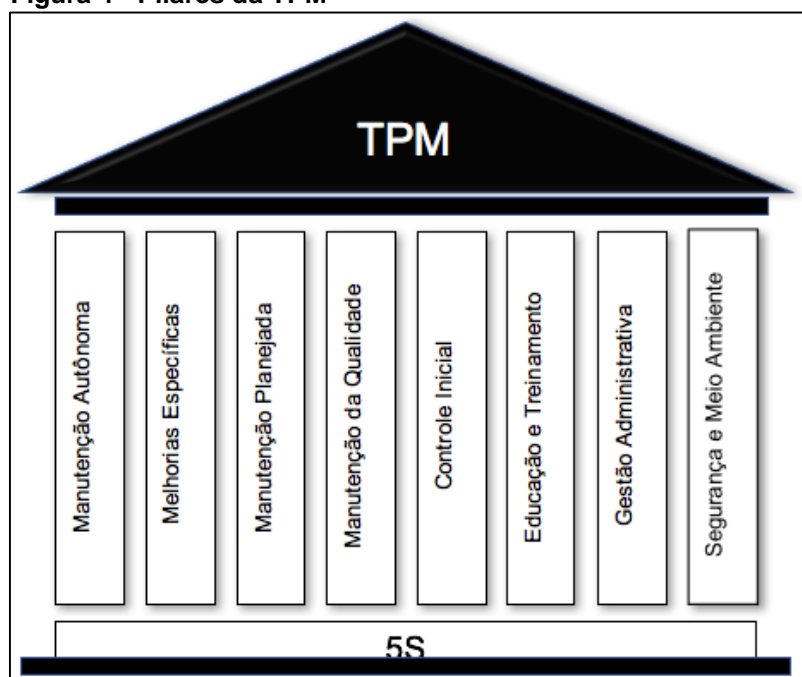
4. Envolver todos os níveis da empresa;
5. Promover e implementar a manutenção preventiva por meio da atividade autônoma e de pequenos grupos;

Assim, a filosofia da TPM recomenda combater as seis grandes perdas que influenciam na produtividade dos equipamentos e da empresa (ALMEANAZEL, 2010).

- Perda 1 – Quebras: há uma grande perda de produtos ou materiais quando um equipamento quebra, por isso recomenda-se a manutenção preventiva;
- Perda 2 – Ajustes (*setup*): há uma grande perda de produtividade quando a máquina está sendo preparada para fabricação de um novo produto. Assim, na TPM recomenda-se utilizar técnicas de troca rápida de ferramentas.
- Perda 3 – Pequenas paradas/tempo ocioso: são as perdas de fabricar alguns itens devidos a pequenas paradas para pequenos ajustes no equipamento ou ociosidade do operador, por exemplo;
- Perda 4 – Baixa velocidade: perda de produção devido a velocidade do equipamento estar mais baixa que a velocidade nominal.
- Perda 5 – Qualidade insatisfatória: é a quantidade refugada, ou seja, perdida no final do processo;
- Perda 6 – Perdas com *start-up*: é a quantidade perdida na partida do processo, sendo considerada o maior índice de perda.

Além disso, de acordo com Singh, Rastogi e Sharma (2013), a TPM sustenta-se em oito pilares, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Pilares da TPM



Fonte: Adaptado de Ahuja e Khamba (2008)

1) Manutenção Autônoma

Singh, Rastogi e Sharma (2013) comentam que a manutenção autônoma tem como princípio aumentar o nível de conhecimento e habilidade do operador, para que ele trabalhe de forma mais proativa e consiga entender, gerenciar e reduzir defeitos e avarias em seus equipamentos e processos.

Além disso, Singh, Rastogi e Sharma (2013) dividem em três fases: A primeira fase estabelece e mantém as condições básicas do equipamento através da limpeza, da inspeção, do aperto e da lubrificação, eliminando as causas de deterioração forçada. A segunda fase está relacionada ao treinamento dos operadores, dando capacidade à equipe de melhorar as condições básicas padrão. E por último, a terceira fase, os operadores assumem total o equipamento como equipes autogeridas melhorando continuamente as condições do equipamento.

Além disso, para estabelecer a equipe da manutenção autônoma, é essencial prezar pela comunicação e trabalho em equipe e é preciso ter um sistema que transmita as informações corretamente para todos (CHAND; SHIRVANI, 2000).

2) Melhorias específicas

O objetivo da melhoria específica é fazer com que o equipamento desempenhe na sua melhor condição todos os dias, além de focar na maximização da eficiência de equipamentos, dos processos e nas empresas através da eliminação das perdas e da melhoria do desempenho.

A eficácia geral do equipamento (OEE) é o índice chave da melhoria específica, pois a maximização da eficiência exige que a eliminação de falhas, defeitos e outros problemas ocorram no equipamento (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013).

3) Manutenção Planejada

Segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013), a manutenção planejada tem como objetivo dar suporte à manutenção autônoma, a um melhor custo e com o foco no zero defeito e falha, sempre ampliando a confiabilidade. A equipe da manutenção tem como função priorizar os equipamentos, avaliar a situação atual e os custos para definir a estratégia da atividade do pilar.

4) Manutenção da Qualidade

A manutenção da qualidade vem assegurar a condição de zero defeito, por meio de controle e compreensão entre mão de obra, processos, material, métodos e equipamentos.

Existe duas fases na manutenção da qualidade: a primeira fase é eliminar os defeitos da qualidade, analisando-os e aplicando melhorias para que eles sejam evitados. A segunda fase é manter as melhorias aplicadas com a padronização dos parâmetros e métodos para manter o zero defeito (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013).

5) Controle Inicial

O controle inicial vem abaixo dos quatro primeiros pilares, pois ele utiliza as lições aprendidas anteriores para eliminar potenciais de perdas tanto em processo quanto no produto. Além disso, ele visa implementar novos produtos (gestão inicial do produto) e processos

(gestão inicial do equipamento), além de minimizar o tempo de execução do desenvolvimento de produtos (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013).

6) Educação e treinamento

Singh, Rastogi e Sharma (2013) comentam que a educação e treinamento são aplicadas para os operadores com o intuito deles desempenharem suas funções de forma eficazes e independentes. É necessário que eles saibam o *Know-why*, ou seja, o porquê do problema, além do saber como fazer (*Know-how*). Por isso que os operadores devem ser treinados para atingir quatro fases da habilidade:

- 1- Não sei;
- 2- Conhece a teoria, mas não pode fazer;
- 3- Pode fazer, mas não pode ensinar;
- 4- Pode fazer e também ensinar;

7) Gestão Administrativa

Esse pilar dá suporte a todas as áreas da organização e fornecem serviço para as áreas administrativas da empresa. A atuação está relacionada na eliminação de resíduos e perdas desses departamentos (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013).

8) Segurança e Meio Ambiente

Segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013), o último pilar refere-se à segurança da empresa e dos funcionários, acidentes zero, zero poluição e zero sobrecarga no funcionário, como por exemplo, estresse físico, mental e situações sob pressão. Assim, a equipe focada neste pilar tem como objetivo os comportamentos pessoais, as condições dos equipamentos e o sistema de gerenciamento.

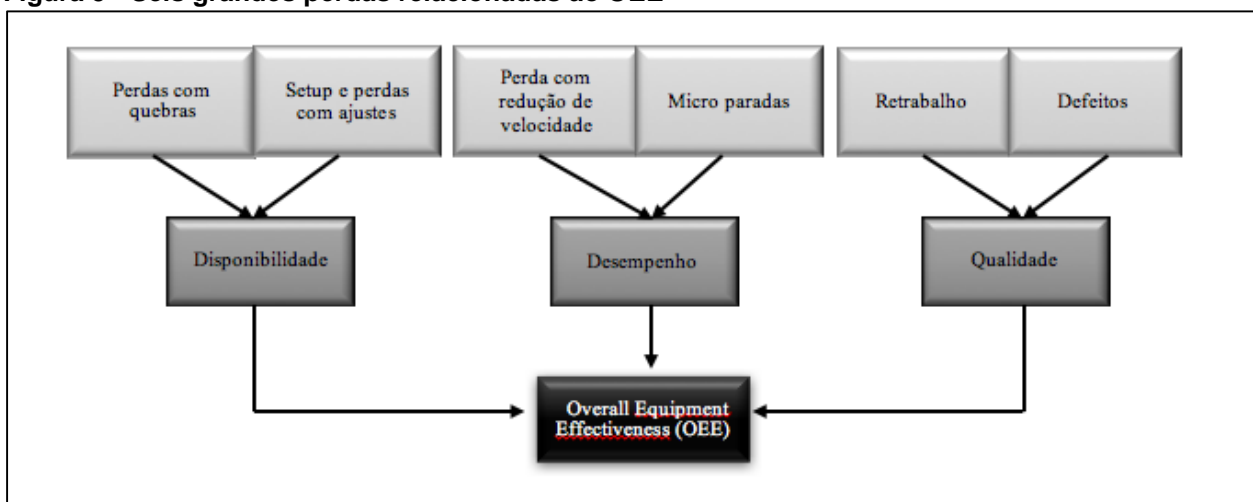
A implantação da TPM não só melhora a eficiência e a eficácia como também influencia na melhoria de outras áreas da empresa (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013).

2.2.1 Eficiência Global do Equipamento

Overall Equipment Effectiveness (OEE) ou Eficiência Global do Equipamento mede e analisa a eficiência de uma ou mais máquinas ou mesmo de uma célula, incorporando ferramentas e técnicas de gerenciamento para atingir uma visão equilibrada da disponibilidade do processo, da eficiência e da taxa de qualidade (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013; SHARMA; KUMAR; KUMAR, 2006).

De acordo com Sherwin (2000), a medida OEE combina seis grandes perdas dentro da TPM, envolvendo-as em três títulos: Disponibilidade (tempo de inatividade do equipamento), desempenho, ou seja, velocidade (taxa de produção atual/ taxa de produção teórica) e a qualidade (defeitos), sendo cada uma descrita na Figura 5.

Figura 5 - Seis grandes perdas relacionadas ao OEE



Fonte: adaptado de Sharma, Kumar e Kumar (2006)

Assim, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), a disponibilidade avalia o percentual real de utilização para a produção, descrita na equação 1.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ produção}{Tempo\ programado} \quad (1)$$

Além disso, Pascale et al. (2012) adicionam, como exemplo, que a disponibilidade é reduzida quando o equipamento tem tempo disponível para produção, mas é interrompido por uma manutenção não planejada.

O desempenho avalia a velocidade relativa do equipamento com a velocidade teórica máxima, como mostram as equações 2 e 3.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Tempo de ciclo teórico}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad (2)$$

Onde:

Tempo de ciclo teórico = tempo ideal (mínimo) por unidade produzida

$$\text{Tempo de ciclo real} = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Total de unidades produzidas}} \quad (3)$$

Já a qualidade avalia o percentual de unidades boas no período em análise, descrita na equação 4.

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Unidades boas produzidas}}{\text{Total de unidades produzidas}} \quad (4)$$

Assim, o OEE ou Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), como é chamado por Fogliatto e Ribeiro (2009), é o produto dos três índices descritos anteriormente, e calculado conforme a equação 5.

$$\text{OEE} = \text{Desempenho} \times \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \quad (5)$$

Sharma, Kumar e Kumar (2006) comentam que o OEE aumenta quando a disponibilidade, o desempenho e a qualidade aumentam. O aumento da disponibilidade reduz o *lead-time* e os estoques que suprirem as paradas por quebras, e conseqüentemente, influencia na competitividade de mercado, conseguindo entregar o produto para o cliente no tempo determinado. Já o aumento no desempenho eleva a capacidade efetiva da máquina e reduz os estoques. O aumento da qualidade significa que há menos refugo e retrabalho, que por conseqüência reduz os custos do produto.

Em contrapartida, para Sherwin (2000), a equação do OEE não é uma análise completa da eficiência, porque ele não leva em consideração o lucro e custo para comparação de máquinas e sistemas ou de deterioração de sistemas que devem ser monitorados.

Segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013), o OEE global, descrito no Tabela 1, é o padrão utilizado para comparar com o OEE atingido pela empresa, ou seja, esse padrão segundo a literatura seria o ideal, porém, a comparação com o OEE ideal e da empresa depende do objetivo no qual ela quer alcançar.

Tabela 1 - Índice do OEE Global

Índices do OEE Global	
Fatores	OEE global (%)
Desempenho	90,0
Disponibilidade	95,0
Qualidade	99,9
OEE	85,0

Fonte: Adaptado de Singh, Rastogi e Sharma (2013)

Assim, a maior contribuição do OEE para a empresa, quando utilizada da maneira correta é dar foco nas áreas que necessitam de melhorias, além de auxiliar no gerenciamento da produção maximizando a utilização dos recursos no processo (JONSSON; LESSHAMMAR, 2015).

3 METODOLOGIA

Pesquisa é todo “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (GIL, 2002, p. 17). Ela acontece desde a formulação do problema até o resultado da pesquisa, utilizando métodos, técnicas e a literatura para seu descobrimento.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Enquadrando-se nesse contexto, o presente estudo classifica-se de forma:

a. Da natureza

É uma pesquisa aplicada em que por meio dos conhecimentos adquiridos pela teoria estudada e os resultados obtidos, foi proposto melhorias para chegar na eficiência ideal.

b. Da abordagem do problema

É uma pesquisa quantitativa, no qual foi obtido dados para a análise das paradas e perda de eficiência, pois segundo Silva e Menezes (2005, p. 20) a pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”.

c. Dos objetivos

Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo deixar o estudo mais explícito, melhorar ideias ou a descoberta de intuições. A pesquisa exploratória é bastante flexível que pode assumir formas bibliográficas ou de estudo de casos.

d. Procedimentos técnicos

O trabalho apresentado baseia-se em um estudo de caso que teve como foco a eficiência de uma linha automática de uma empresa de grande porte. Foi analisada a eficiência desse equipamento relacionando as paradas apontadas com a disponibilidade, o desempenho.

3.2 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma linha automática de pincéis imobiliários em uma empresa de grande porte, ramo da construção civil. Essa linha produz 41 referências com tamanhos de 1 ½", 2", 2 ½" polegadas sendo tamanhos médios ou duplos. Além disso, atualmente a linha trabalha com dois operadores por turno, sendo o turno 1 das 7:30 às 17:18, o turno 2 das 17:18 às 2:25 e o turno 3 das 2:25 às 7:30 de segunda a sexta-feira.

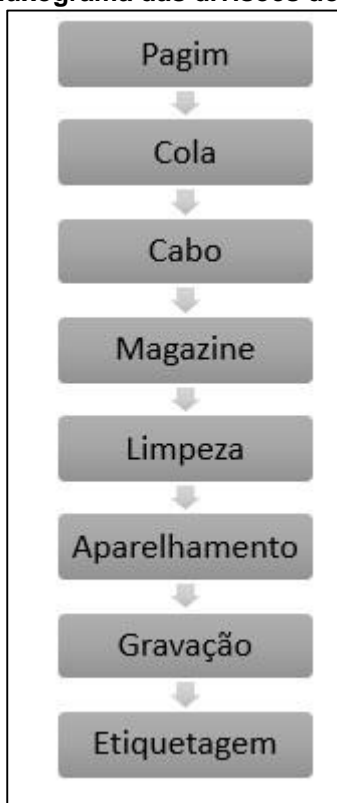
Para a coleta dos dados e análise, a empresa já utilizava um *software* Alfa, que é um sistema completo de execução da manufatura, que fornece *software web-based* e coletores reais ou virtuais enviando informações em tempo real da produção para as áreas responsáveis, porém não havia um acompanhamento da produtividade dessas máquinas.

Esse *software* além de disponibilizar o OEE em tempo real, também faz a gestão da manutenção, disponibiliza o *dashboard* de produção e outras ferramentas. Além disso, o sistema tem uma coleta por pulsos onde a cada 20 segundos ele manda o sinal para a central que atualiza o sistema.

Este sinal fica localizado na saída de um equipamento chamado magazine. Então, quando o magazine retira uma peça dele, é realizada a contagem da produção. Quando a linha para, este sinal coleta o tempo de parada apontando na tela do coletor, "parada não apontada" onde o operador deve digitar o código da parada.

Para facilitar a análise, a linha foi dividida por setores, conforme a Figura 6: Pagim, Cola, Cabo, Magazine, Limpeza, Aparelhamento, Gravação e Etiquetagem. Cada um desses setores tem suas respectivas paradas com seus respectivos códigos.

Neste estudo, consideramos dentro do OEE apenas o desempenho e a disponibilidade. A qualidade será considerada 100% pelo fato da revisão ficar em outro setor da fábrica, ou seja, não há um fluxo contínuo no qual o sistema consegue compilar o retrabalho e refugo da linha. Para que isso acontecesse precisaria de uma melhoria no *software*, porém no momento não era prioridade para a empresa investir nessa mudança, sendo que todos os setores da fábrica têm um controle à parte do refugo gerado. Além disso, as paradas ocorridas na linha foi o grande ponto de análise para melhorar tanto o desempenho quanto a disponibilidade dos equipamentos.

Figura 6 - Fluxograma das divisões do equipamento

Fonte: Autoria própria (2017)

Na Figura 7 estão descritas as etapas e sequências das atividades realizadas neste presente trabalho, são apresentadas em fluxograma.

Figura 7 - Fluxograma das etapas realizadas para o presente trabalho

Fonte: Autoria própria (2017)

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para realização deste trabalho, primeiramente, foi feito a pesquisa de bases de dados e a utilização de artigos de periódicos internacionais e nacionais de forma que seus conteúdos trouxessem maior conhecimento e embasamento teórico para o trabalho. As análises desses artigos foram divididas em três etapas: a análise do tema do artigo, a análise do resumo e por fim a análise do conteúdo encontrado.

Para a obtenção dos dados, o primeiro ponto foi mapear todas as paradas de máquina. Esse mapeamento foi realizado em conjunto com os operadores, o supervisor da linha e coordenador no período de dois dias, onde era marcado cada parada que ocorria no momento da vistoria, além das falhas que os operadores já sabiam que ocorriam. Também foi verificado todas as referências produzidas no equipamento, ajustando o tempo padrão conforme as informações do fornecedor. Esse parâmetro foi estabelecido pela empresa, como ponto de partida para as melhorias futuras.

Em seguida, foi estudado como o *software* funcionava, quais eram os gráficos gerados por ele, entre outras funções, e assim, foi aplicado um treinamento para os operadores sobre o índice OEE, de como funcionava o *software*, os procedimentos e importância dos apontamentos e o objetivo do trabalho.

Assim, após o mapeamento das paradas, foram disponibilizados para os operadores uma lista detalhada das possíveis paradas (Anexo A), onde a cada parada de máquina deveria ser apontada no coletor com seu respectivo código.

Durante o período de 6 meses (Fevereiro/2017 a Agosto/2017) foram acompanhados os dados diariamente e contabilizados no sistema. Através desses dados e gráficos de paradas e falhas gerados pelo *software* foram realizadas melhorias pontuais no equipamento, conforme disponibilidade da manutenção, para melhorar seu desempenho e disponibilidade.

A partir das análises das situações em Fevereiro/2017 e em Agosto/2017, buscou-se verificar a evolução do OEE e o ganho de produtividade com as pequenas melhorias realizadas durante este período, além de propor melhorias no equipamento conforme a prioridade dos 80% das paradas que representam a maior parte dos dados, as quais ao mesmo tempo representam 20% das principais causas (PIVA, 2006) para conseguir atingir a eficiência desejada pela empresa.

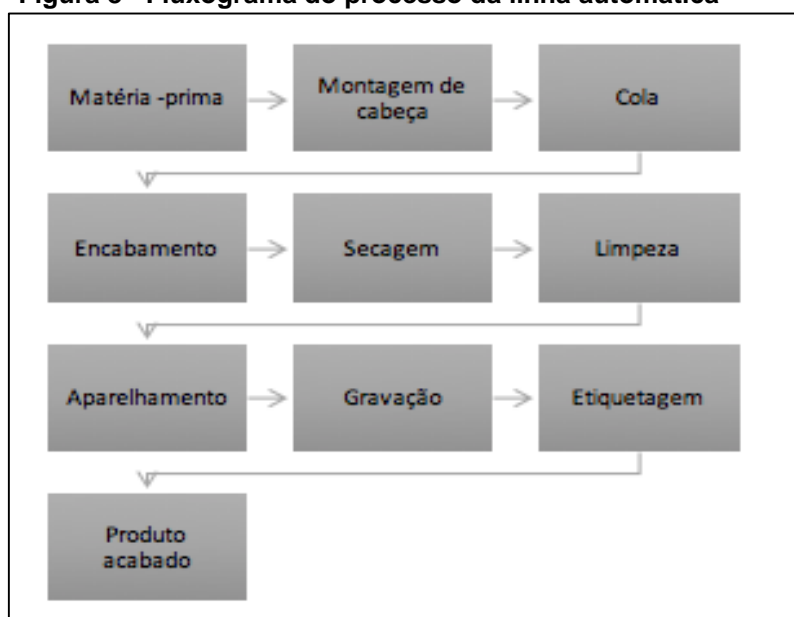
4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no mês de fevereiro de 2017 e Agosto de 2017, por meio desses dados encontra-se análises da evolução do OEE, aumento da produtividade e análise das causas de paradas.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A primeira etapa do processo ocorre na montagem de cabeça, onde é introduzido automaticamente as cerdas ou filamentos sintéticos nas virolas (suporte metálico). Em seguida a cabeça da trincha é colocada em uma esteira para o processo de cola e encabamento. Essas trinchas seguem por um túnel de secagem e são colocadas em um magazine de secagem, no qual a trincha fica no processo por 1 hora em média. Após a secagem total do item, é transferida para a limpeza das cerdas ou filamentos, aparelhamento, gravação de códigos de barra e a descrição do produto e por último é o processo de etiquetagem, como mostra a Figura 8:

Figura 8 - Fluxograma do processo da linha automática



Fonte: Autoria própria (2017)

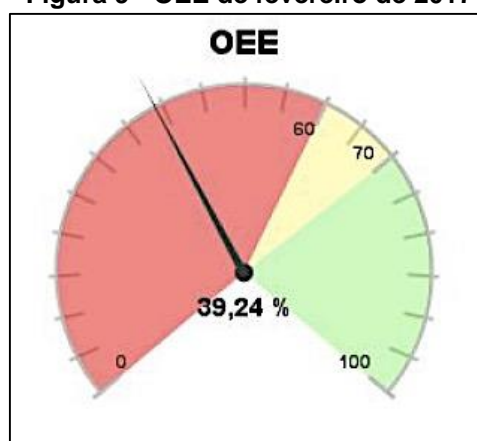
4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Neste tópico será comparado o mês de fevereiro, onde começou-se o estudo e o mês de agosto o final da análise. Assim, cada mês terá uma análise e por fim será proposto algumas melhorias para conseguir evoluir com o OEE e atingir a meta desejada.

4.2.1 Análise do Mês de Fevereiro de 2017

Primeiramente, o objetivo da empresa era atingir um OEE de 75%. Porém no mês de fevereiro, o equipamento estava desempenhando com um OEE de 34,24%, como mostra a Figura 9, ou seja, 40,76% abaixo da meta.

Figura 9 - OEE de fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Assim, o desempenho e a disponibilidade também estavam em um nível baixo, como mostra a Figura 10. Percebe-se que a disponibilidade e o desempenho também estão com 59,03% e 66,48% respectivamente. Como já comentado anteriormente, a qualidade foi considerada como 100% devido às restrições da empresa naquele determinado momento.

Nos gráficos, percebemos que existem três cores diferentes, sendo o vermelho para índice crítico, o amarelo para intermediário e o verde para o índice de nível ideal. Além disso, para cada fator a porcentagem abrange uma área diferente, exatamente como é descrito no Tabela 1 desde trabalho.

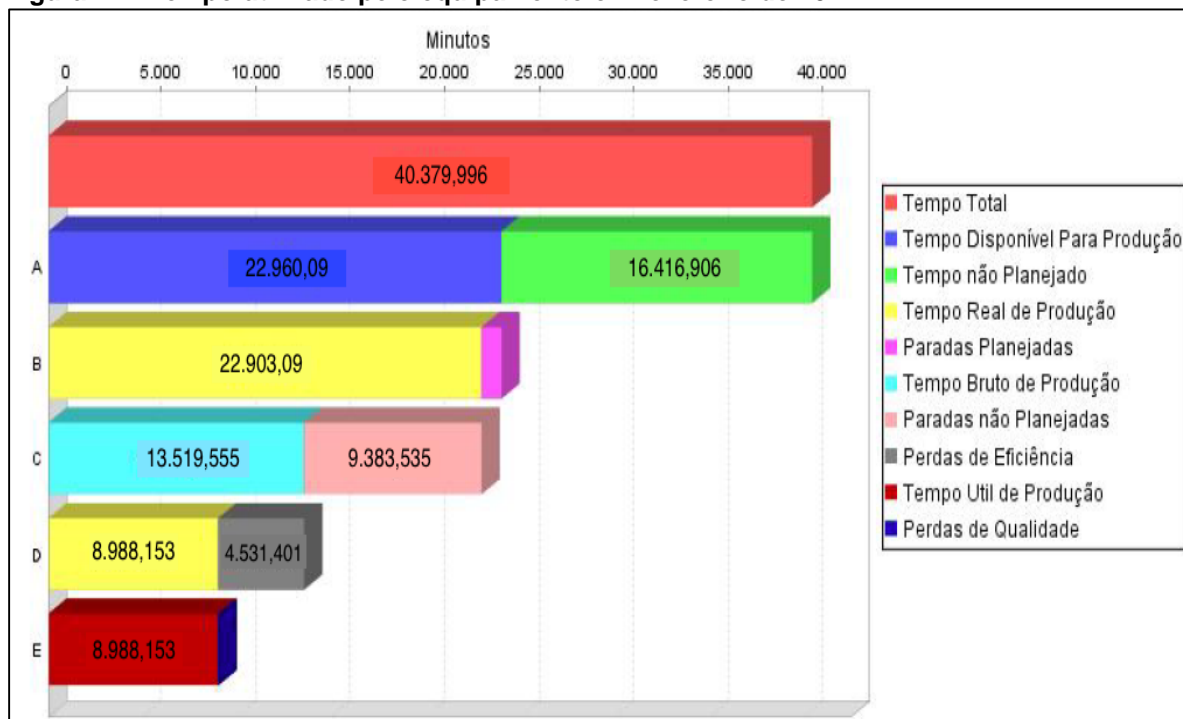
Figura 10 - Gráficos da disponibilidade, desempenho e qualidade de fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

A Figura 11 mostra os tempos utilizados do equipamento no mês de fevereiro/2017.

Figura 11 - Tempo utilizado pelo equipamento em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Assim, o equipamento tinha disponível no mês de fevereiro para trabalhar, aproximadamente 40.379,996 minutos, ou seja, 673 horas. Porém desse tempo total disponível, 40,71% foi tempo não planejado em verde (linha A), ou seja, não houve produção. Geralmente esse tempo abrange finais de semana, feriados ou quando não

há produção na linha. Mas o grande ponto impactante desse gráfico é que desse 100% do tempo real de produção em amarelo (linha B), 40,97% ocorreu por paradas não planejadas mostrada na cor rosa claro (linha C). Essas paradas não planejadas (Anexo A) são paradas que interferem na disponibilidade do equipamento.

Além disso, houve uma perda de 33,52% em eficiência e isso se deve porque a linha estava com uma velocidade abaixo do seu normal devido à máquina de gravação. Essa máquina era o grande gargalo da linha, pois ela não conseguia suprir a demanda que recebia dos equipamentos anteriores.

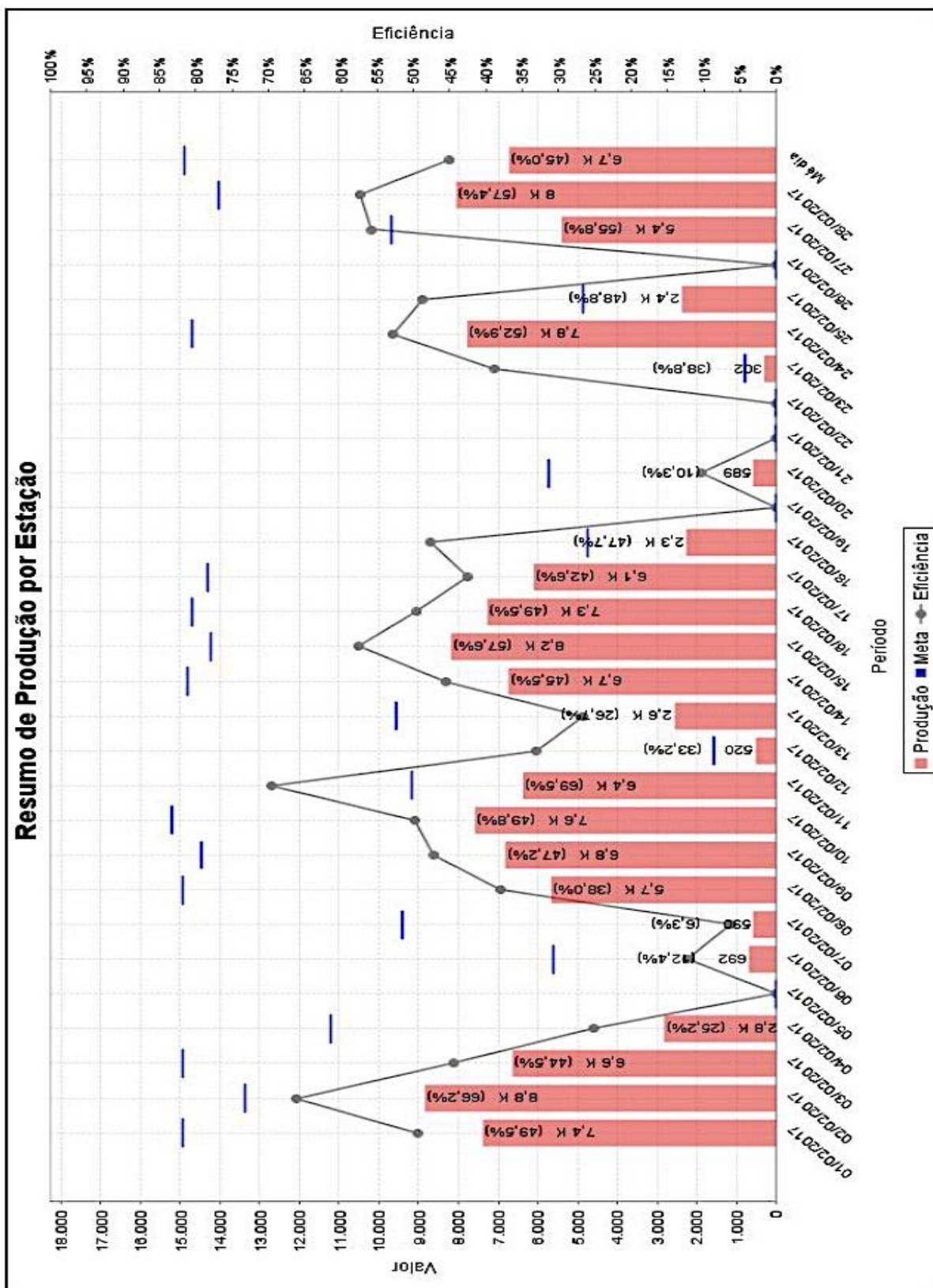
Este percentual baixo do OEE reflete também na produtividade da linha como mostra o Gráfico 1.

A média de produção da linha em fevereiro era de 6.700 peças/dia, sendo que sua capacidade, segundo a meta da empresa, era de aproximadamente em 15.000 peças/dia, 55,33% abaixo do desejado.

Observa-se que a instabilidade na produção e na ineficiência é muito grande em decorrência das paradas ocorridas na linha evidenciadas no Gráfico 2.

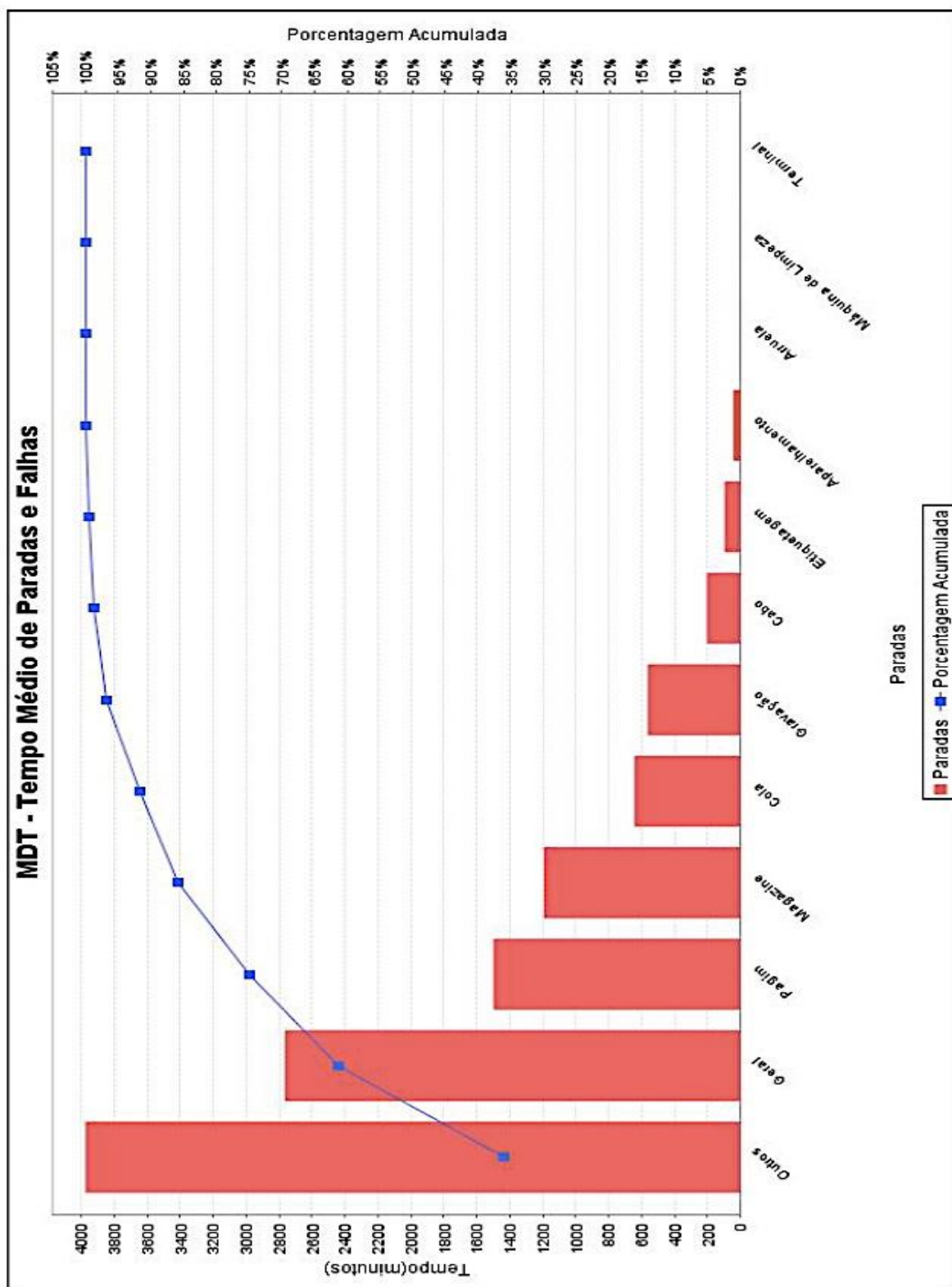
O grupo que houve mais paradas foi o grupo “outros”. Neste grupo encontra-se paradas desconhecidas, paradas não categorizadas, manutenção mecânica, *setup* impressora e manutenção elétrica, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 1 - Produtividade do equipamento em fevereiro de 2017



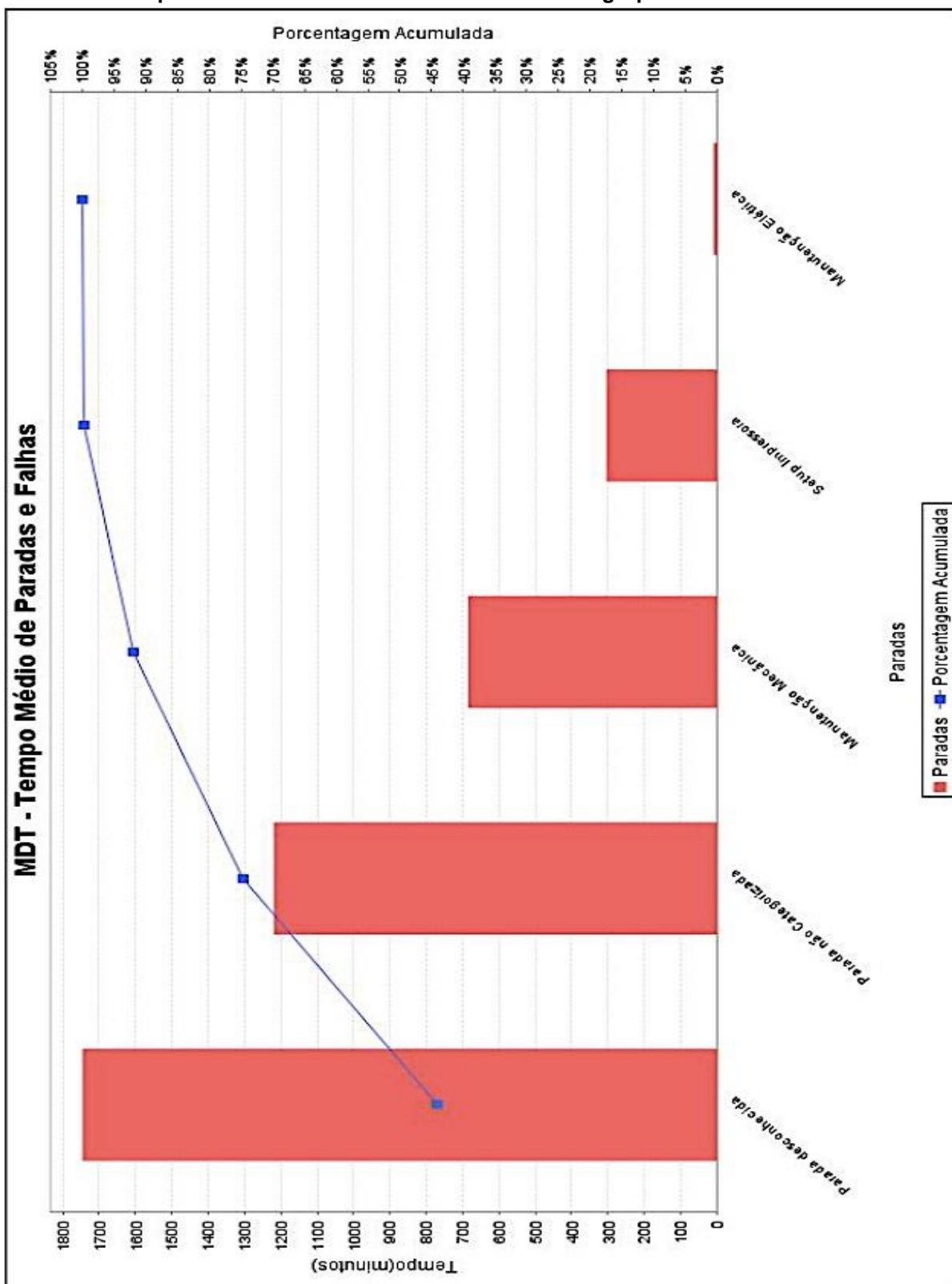
Fonte: Software Alfa (2017)

Gráfico 2 - Tempo médio de Paradas e Falhas por grupo em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Gráfico 3 - Tempo médio de Paradas e Falhas ocorridas no grupo "outros" em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

As “paradas desconhecidas” e “paradas não categorizadas” são paradas onde não houve o apontamento da causa pelo operador. As “paradas desconhecidas” são

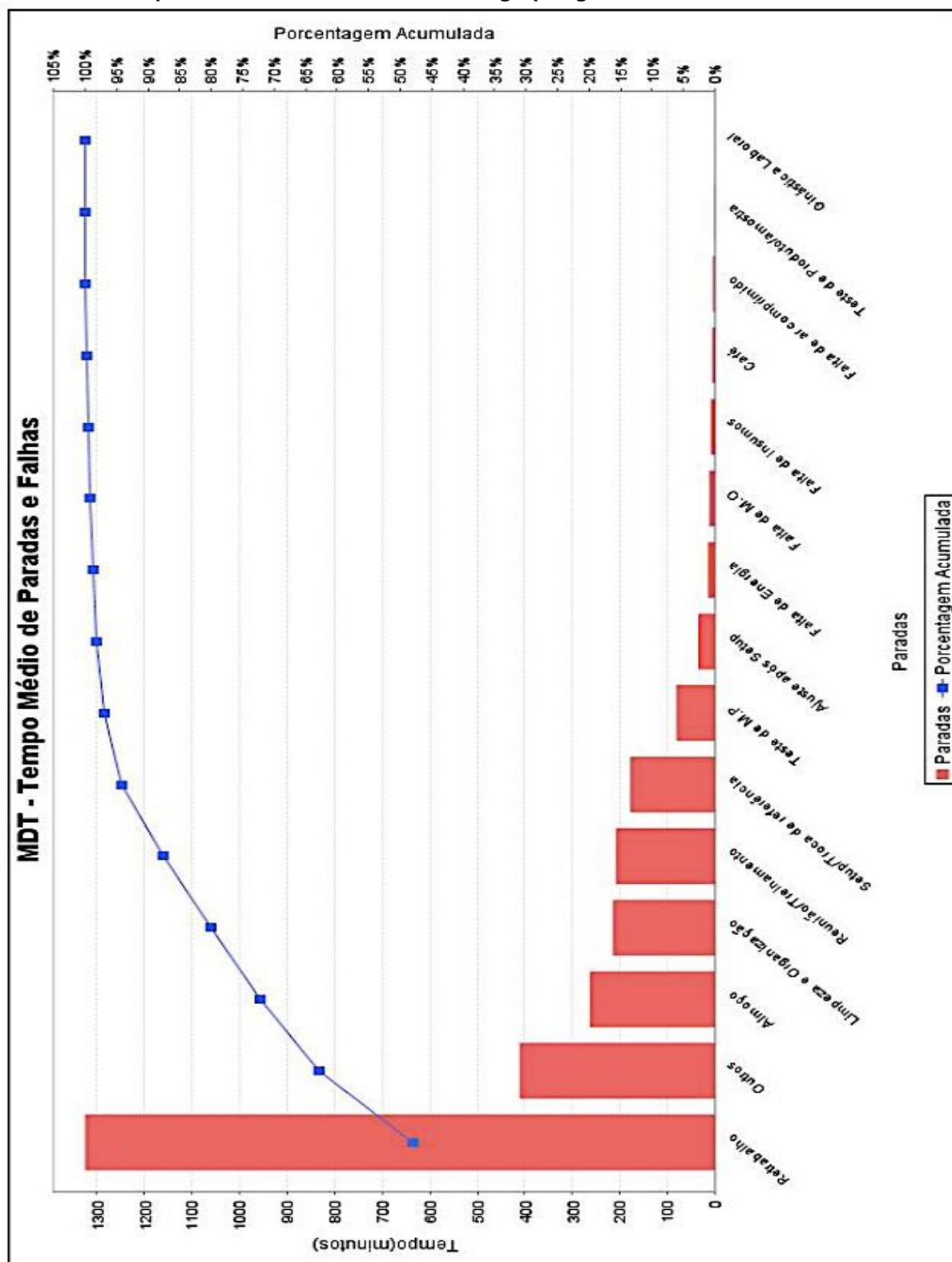
consideradas micro paradas, pois ocorrem em um tempo menor que 3 minutos. Já as “paradas não categorizadas” são consideradas grandes paradas, pois seu tempo é acima de 3 minutos.

Assim, para que esses dados diminuíssem foi aplicado um treinamento para os operadores mostrando a importância da ferramenta, quais foram as mudanças realizadas, o que significava cada parada, e por fim, o objetivo final do projeto. Porém, pode-se considerar que foram registradas, aproximadamente, 30 horas de micro paradas e 20 horas de paradas não categorizadas no mês, ou seja, mais de dois dias sem saber exatamente o que aconteceu no equipamento.

As paradas seguintes chamadas de “*Setup* Impressora”, “Manutenção Mecânica” e “Manutenção Elétrica” eram paradas que antes da atualização da nova lista de paradas eram usadas para mais de um tipo de equipamento, e como o *software* abrange outras máquinas que fabricam outros tipos de produtos, essas paradas ainda existiam no sistema, e por isso elas continuam apontadas no Gráfico 3. No entanto, neste estudo as desconsideraremos.

Seguindo com a próxima análise do Gráfico 2, o grupo “geral” vem como segundo maior. Neste grupo encontraremos as seguintes paradas evidenciada no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "geral" em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Neste grupo, o “retrabalho” é a maior parada da linha com aproximadamente 21 horas de inatividade. Esta atividade está relacionada ao tempo de retrabalho,

porém ele também é considerado no índice da qualidade, calculado pelo número de peças retrabalhadas no período.

Esse retrabalho se deve pelo acúmulo de peças que acontecia entre a máquina de aparelhamento e a máquina de gravação, devido ao desbalanceamento da linha e do equipamento. Assim, os operadores precisavam parar a linha no final do dia para realizar o retrabalho dessas peças.

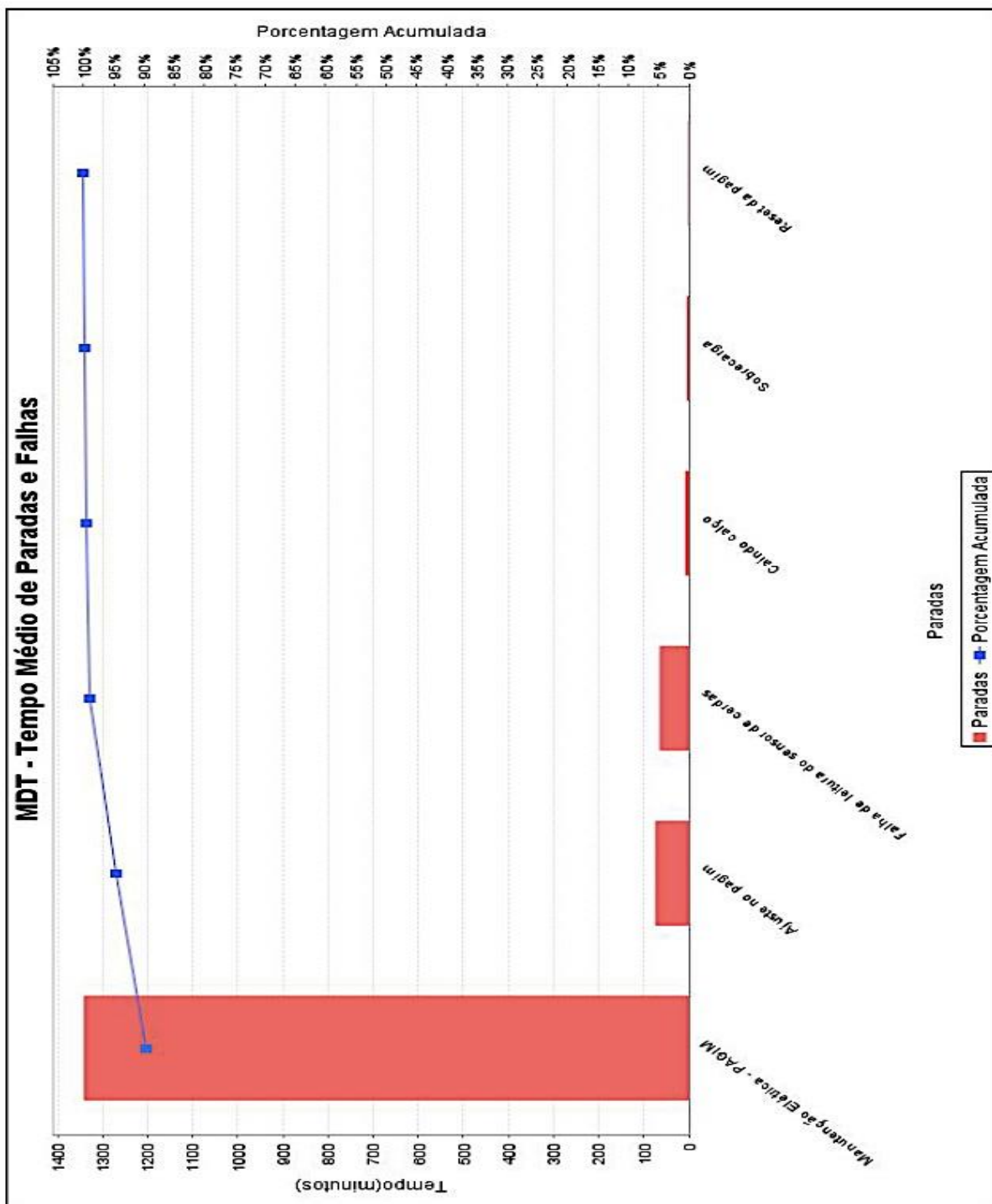
As paradas “Outros” eram paradas que não continham na lista e que não ocorriam com frequência. Elas geralmente eram apontadas quando alguma peça quebrava durante o processo e era solicitado a manutenção para consertá-la. Assim que a manutenção começava a realizar o reparo, o operador deveria modificar a parada para “Manutenção Mecânica” ou “Manutenção Elétrica” no grupo prejudicado, por exemplo, “Manutenção Mecânica – Cola”.

O “almoço” e a “limpeza e organização” são paradas planejadas, e o tempo determinado para realizar dessas atividades eram de 60 minutos e 10 minutos, respectivamente. Então, segundo o Gráfico 4, eram gastos aproximadamente 16 minutos a mais para realizar cada atividade citada acima. Além disso, as paradas de “*Setup*/Troca de referência” e o “Reunião/Treinamento” foram as outras duas paradas que abrangeram mais de 80% das maiores paradas do grupo.

Um ponto importante a ser considerado é que o tempo de “*Setup*/Troca de Referência” era baixo devido a uma restrição no envio de informações ao sistema. Quando o operador realizava o “*Setup*/Troca de Referência” e o *software* recebia a informação que a linha parou, ele acionava um pedido de apontamento de parada. Então o operador apontava como “*Setup*/Troca de Referência”, porém a cada pulso que o coletor recebia, ou seja, a cada movimento da linha, ele pedia uma nova parada, e isso acabava ocasionando um problema para a análise, pois o operador não conseguia a todo o momento realizar esse apontamento, implicando assim, no tempo incorreto com *setup*.

A terceira maior parada do Gráfico 2 foi a parada do grupo “Pagim”. No Gráfico 5 pode-se observar que a maior parada foi “Manutenção Elétrica – Pagim” com 22 horas de indisponibilidade da linha no mês. Este equipamento já estava há algum tempo sem realizar a preventiva, e conseqüentemente acabou ocorrendo problemas na linha que impactava diretamente na disponibilidade.

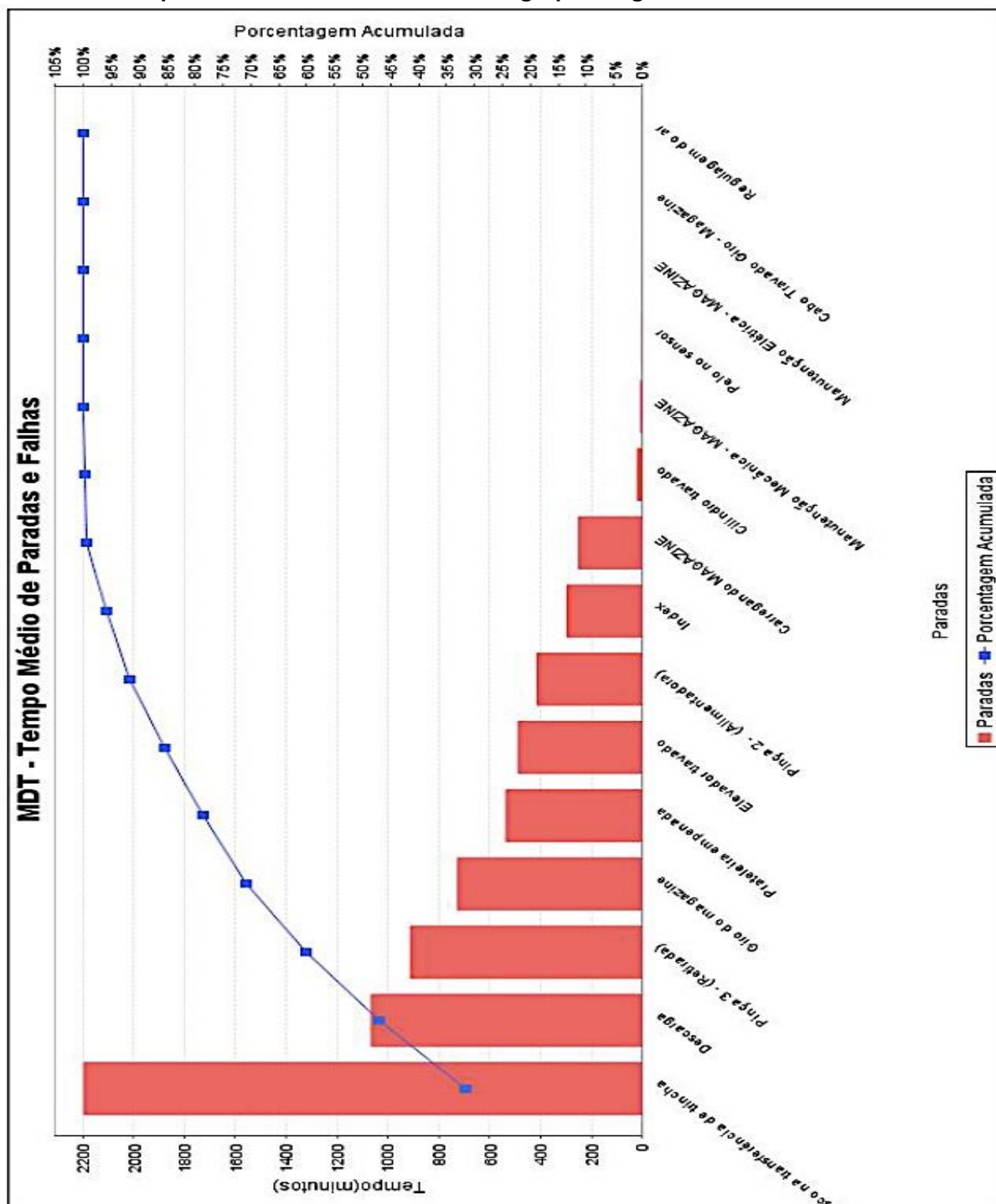
Gráfico 5 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "Pagim" em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

E por fim, para completar as 80% maiores paradas no mês de fevereiro, o último maior grupo foi o "Magazine" mostrado no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "Magazine" em fevereiro de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

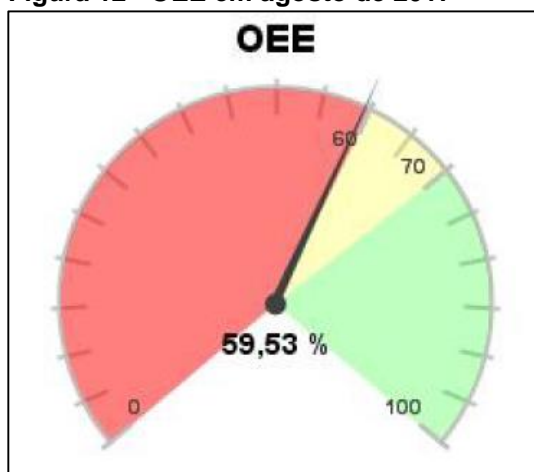
A maior parada foi a “Pinça 1 – Enrosco na transferência de trincha”. Ela foi uma das grandes micros paradas em todo o estudo, pois essa peça sempre teve problemas e mesmo solicitando a manutenção não houve melhoras. Já a segunda parada chamada de “descarga” também foi um problema que persistiu até o final do estudo porque neste momento ocorria simultaneamente o *setup* dos equipamentos

anteriores ao Magazine, mas pelo fato do sistema e da linha não ter opção de colocar duas informações ao mesmo tempo o operador colocava o código da parada que estava acontecendo naquele ponto, que seria a descarga de materiais para a máquina de limpeza.

4.2.2 Análise do Mês de Agosto de 2017

No final da coleta de dados em agosto de 2017, a empresa conseguiu um aumento de 20,29% no OEE do equipamento comparado com fevereiro do mesmo ano. Ou seja, a eficiência do equipamento atingiu 59,53%, como mostra a Figura 12, porém não conseguiu chegar até à meta estabelecida de 75%.

Figura 12 - OEE em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Além disso, a disponibilidade teve um aumento de 9,61% e o desempenho de 20,26% em relação ao mês de fevereiro. A Figura 13 mostra as porcentagens atingidas em agosto de 2017 de cada índice.

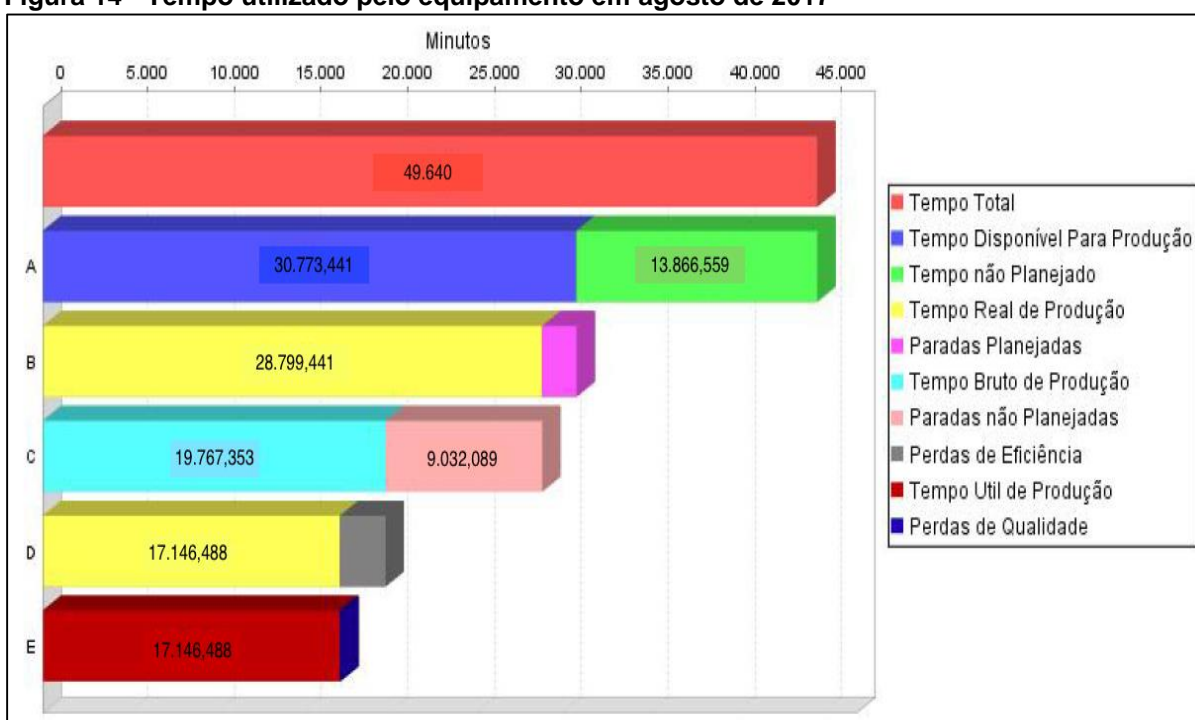
Outra maneira de analisar esse aumento no desempenho e disponibilidade é pela Figura 14, no qual a linha C mostra a disponibilidade do equipamento de 329 horas e o desempenho na linha D, totalizando aproximadamente 285 horas trabalhadas no mês.

Figura 13 - Gráficos da disponibilidade, do desempenho e da qualidade de agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Figura 14 - Tempo utilizado pelo equipamento em agosto de 2017

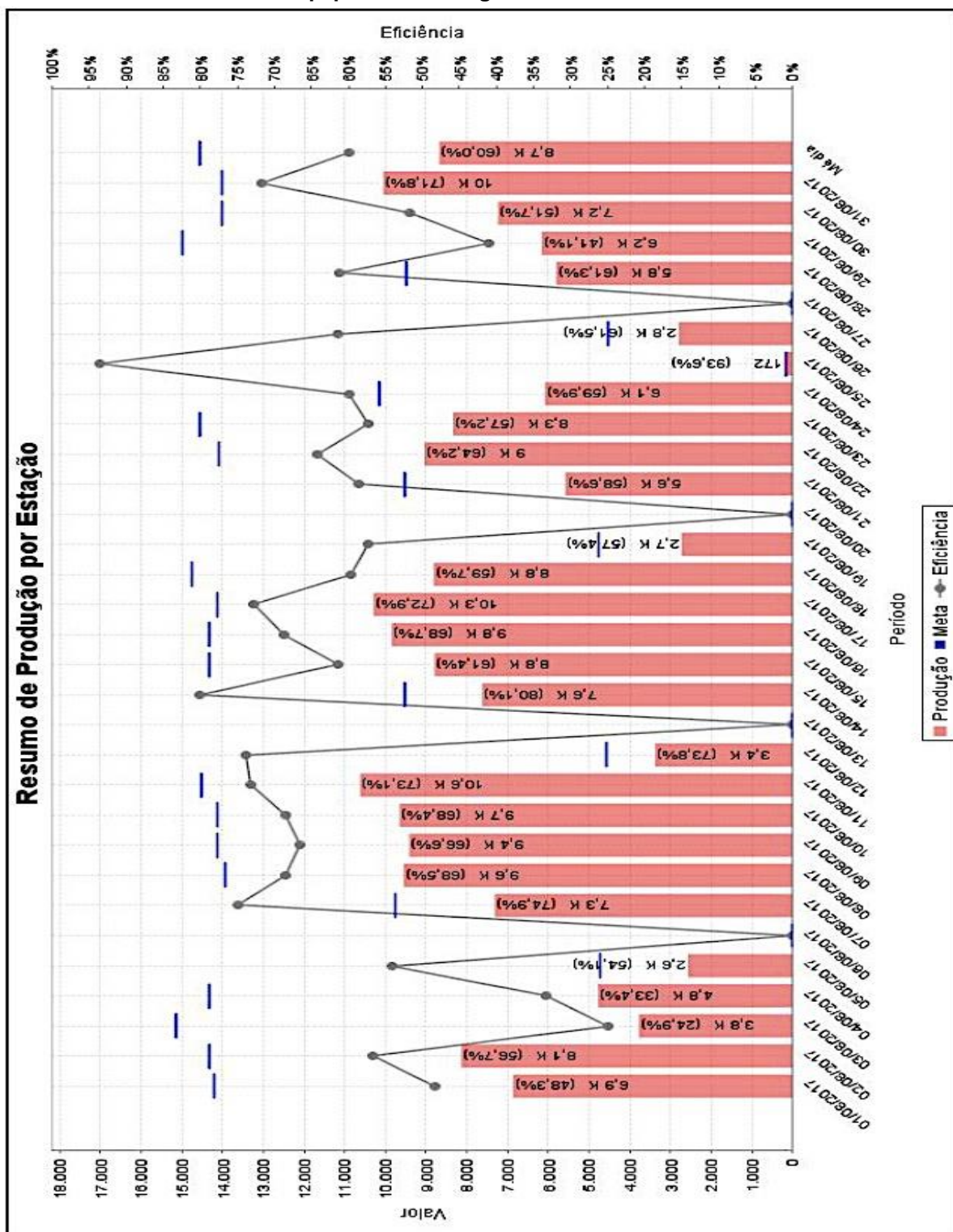


Fonte: Software Alfa (2017)

E conseqüentemente com o aumento do OEE também houve mais produtividade, totalizando em média em 8.700 peças/dia, como mostra a última coluna no Gráfico 7.

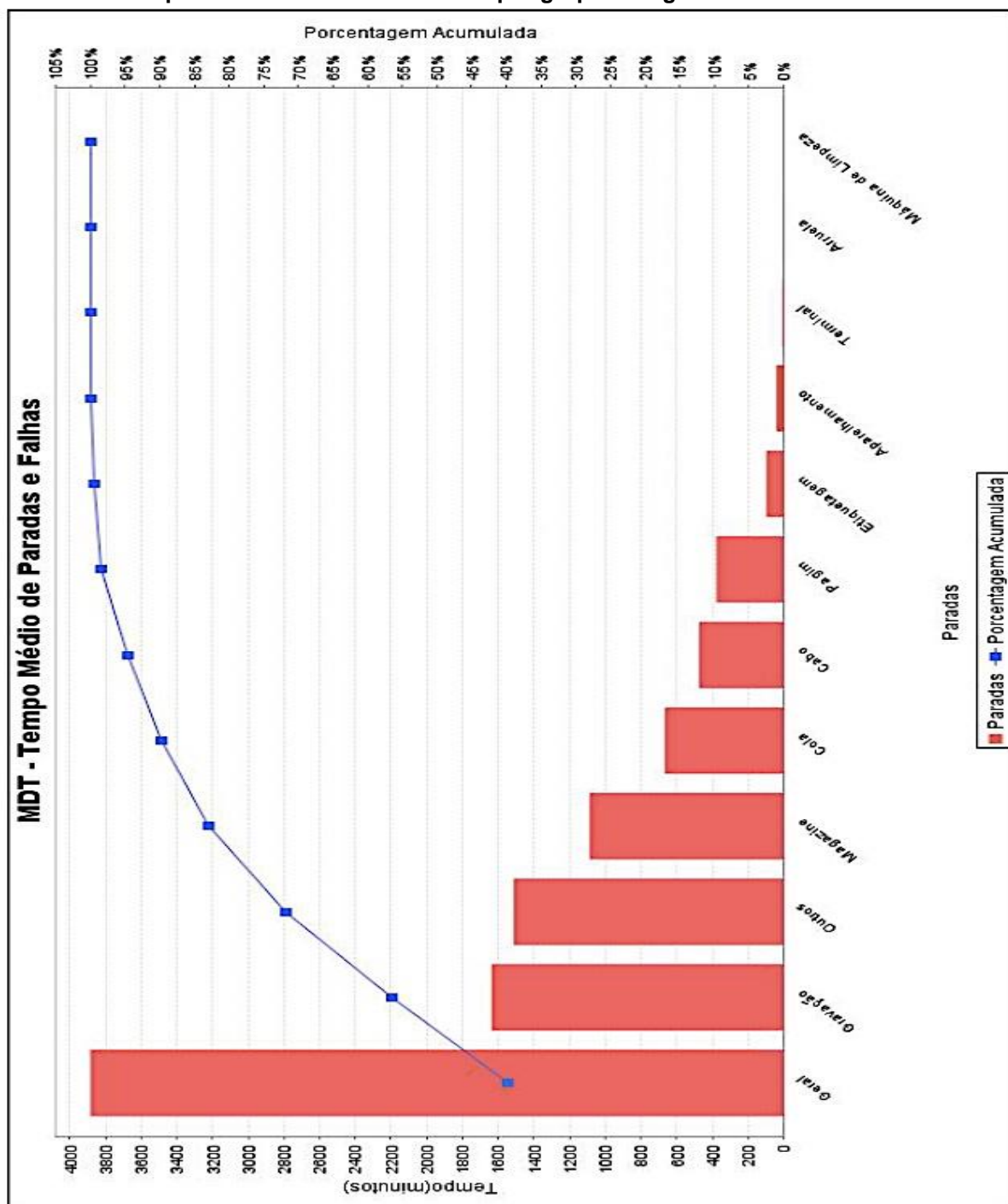
Além disso, durante esse período de fevereiro a agosto houveram algumas melhoras nas paradas da linha, mas também surgiram novas paradas, como mostra o Gráfico 8 e as demais explicações.

Gráfico 7 - Produtividade do equipamento em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Gráfico 8 - Tempo Médio de Paradas e Falhas por grupo em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

No grupo “geral”, mostrado no Gráfico 9, continua-se como a maior parada o “retrabalho”. Isso se deve porque o balanceamento da linha não ocorreu como o planejado, devido à indisponibilidade da manutenção pois houve prioridades maiores que necessitaram de suas atenções e com isso, consequentemente, continuou-se com o acúmulo de peças entre máquinas. Além disso, a segunda parada apontada

como “limpeza e organização” teve um aumento referente ao mês de fevereiro, enfatizado no Tabela 2. O aumento se deve porque os operadores realizaram mais apontamentos comparado a fevereiro. Esse aumento já era esperado, pois com o treinamento após o primeiro mês de análise, o número tenderia a crescer.

Tabela 2 - Comparativo entre fevereiro e agosto da parada "Limpeza e Organização"

	Fevereiro	Agosto
Média de Duração	00:16:33	00:16:22
Quantidade de paradas apontadas	13	64
Tempo Total	03:35:14	17:28:27

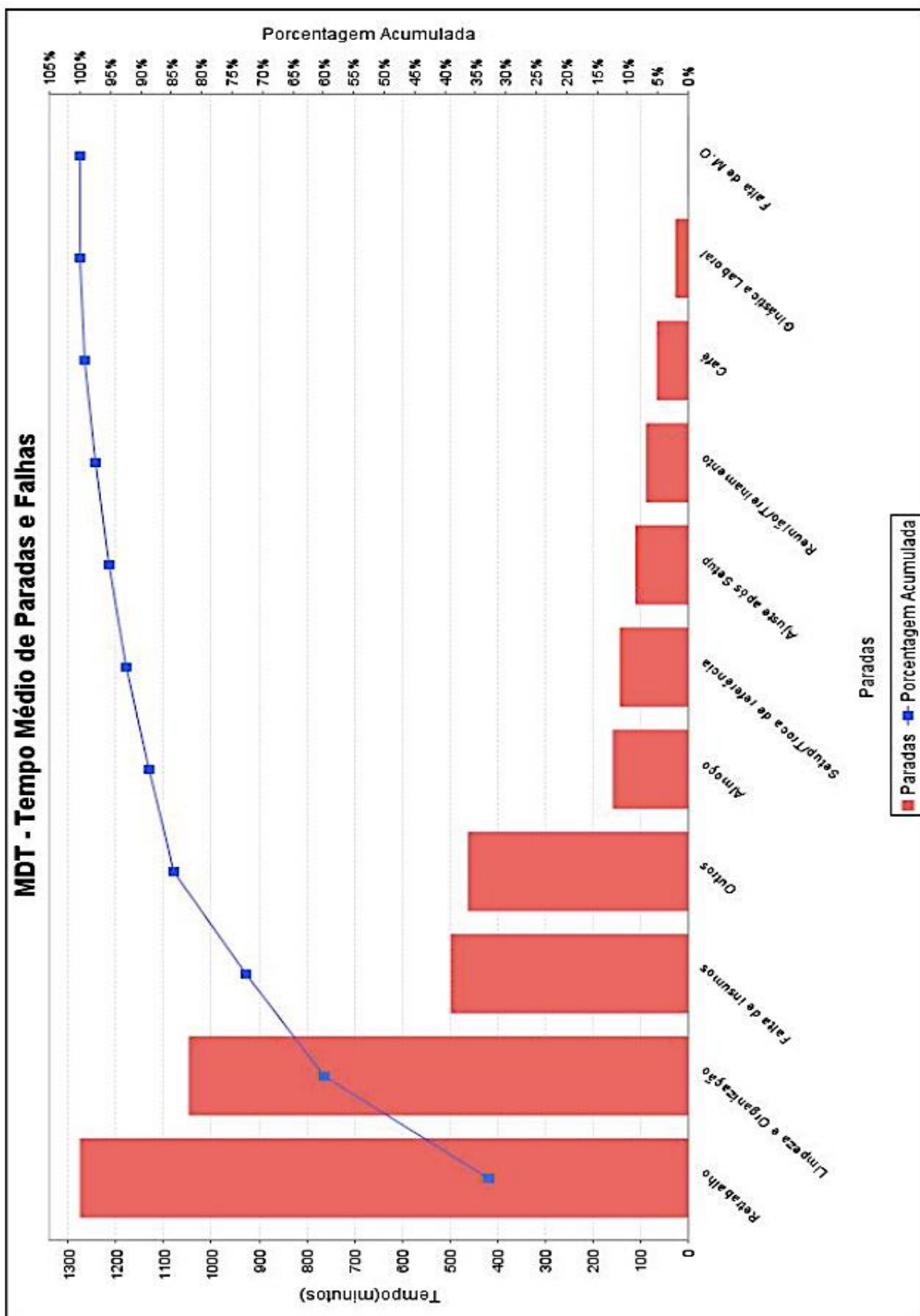
Fonte: Autoria própria (2017)

A terceira parada do Gráfico 9 foi a parada por falta de insumos. Essa parada ocorreu três vezes com uma duração média de 2 horas e 46 minutos cada. Essa falta de insumo se deve porque houve um problema no fornecimento de cabos para as linhas do fornecedor interno, que foi resolvido posteriormente.

Seguindo com a análise do Gráfico 8, a segunda maior parada foi do grupo “gravação” mostrada no Gráfico 10. Esse grupo por mais que não tenha aparecido nas maiores paradas em fevereiro, o setup de gravação e os ajustes na gravação levavam um tempo médio juntos de 55 minutos por evento.

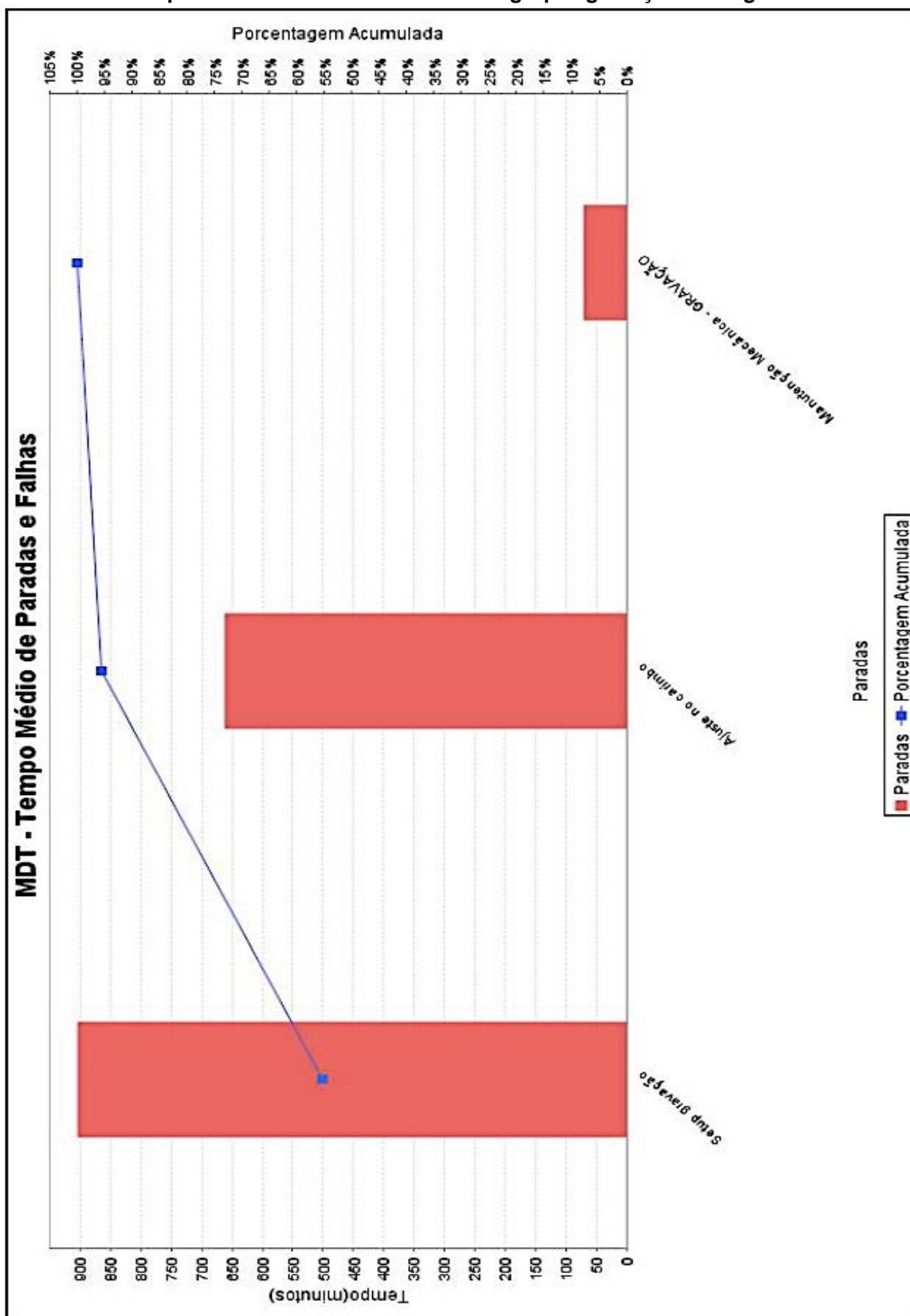
Porém, por mais que essa parada não era uma das prioridades, foi realizado uma preventiva após a análise da manutenção, pois percebeu-se que o equipamento estava em más condições de uso e por isso os operadores tinham dificuldades e demoravam muito para realizar o *setup* do equipamento. Após essa ação, houve uma melhora de 27,3% no tempo de *setup*, ou seja, em agosto o tempo para a realização das duas atividades juntas totalizou em 40 minutos. Mas apesar do tempo ter melhorado, também melhorou-se os apontamentos, passando de 24 apontamentos para 78.

Gráfico 9 - Tempo Médio de Paradas e Falhas no grupo "geral" em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

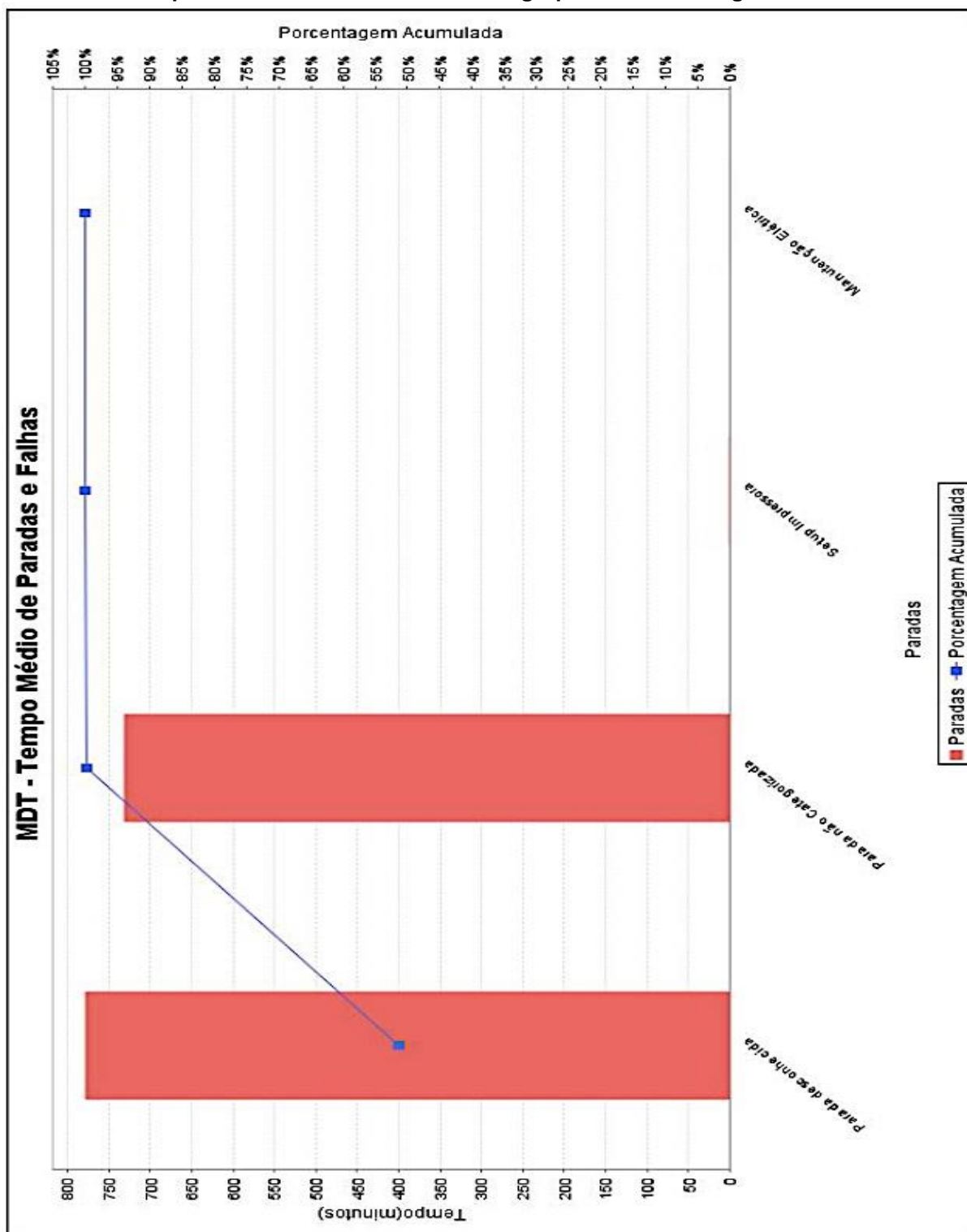
Gráfico 10 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "gravação" em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Dando continuidade ao Gráfico 8, o terceiro maior grupo foi "outros".

Gráfico 11 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "outros" em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

O Gráfico 11 mostra as “paradas desconhecidas” e as “paradas não categorizadas”. Houve uma queda de 55,17% e 40% respectivamente, ou seja, comprova o aumento dos apontamentos das causas de paradas pelos operadores após o treinamento em fevereiro.

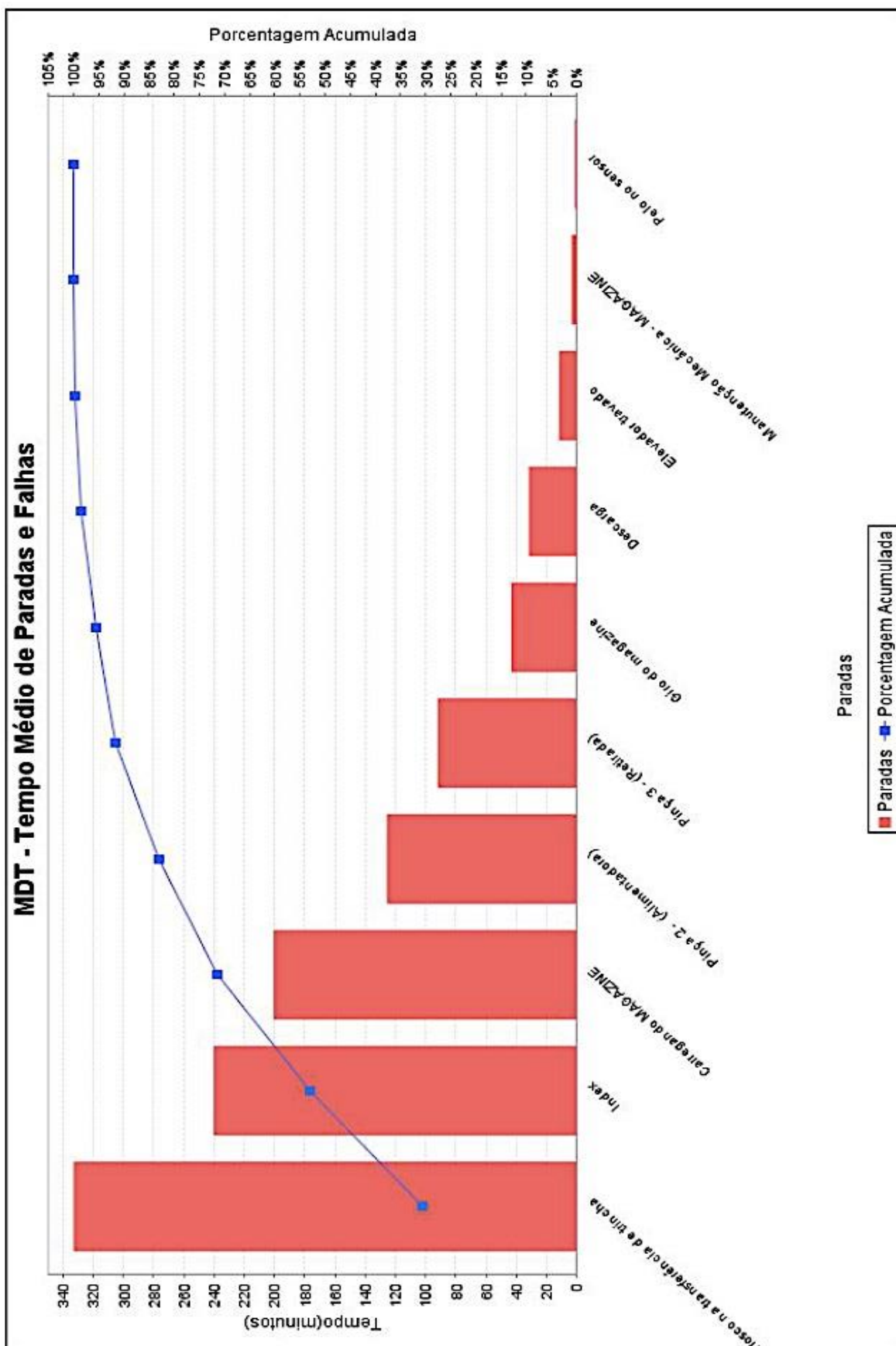
Por fim, para finalizar os 80% das maiores paradas, o grupo “Magazine” mostrado no Gráfico 12, evidencia que a parada “Pinça 1 – Enrosco na transferência de trincha” persiste até o final do estudo, como comentado anteriormente. Porém, pelo fato dessa parada ser considerada uma micro parada, e influenciar diretamente na disponibilidade, foi realizada uma manutenção preventiva para aumentar o desempenho da linha, reduzindo em 60,9% de inatividade do magazine.

Seguido para a parada chamada “index”, ela ocorre quando a peça impossibilita o giro do Magazine. Por último, a parada “Carregamento Magazine” que ocorre quando o Magazine está começando a ser carregado com as novas referências, tem um problema parecido com a parada “Descarga” citada anteriormente. Como o sinal ficava na pinça de retirada de trinchas do Magazine, e como estava carregando-o, não havia peças para serem retiradas, por isso que o coletor necessitava a todo o momento do apontamento do operador.

Assim, além dessas melhorias citadas anteriormente, também houveram outras manutenções pontuais neste período de análise, como troca de pente na Pagim, trocas de sensor no Magazine, melhora no tempo de passe da esteira de Cola, entre outros, não evidenciados nos gráficos pois eram acontecimentos raros. Algumas foram citadas a seguir:

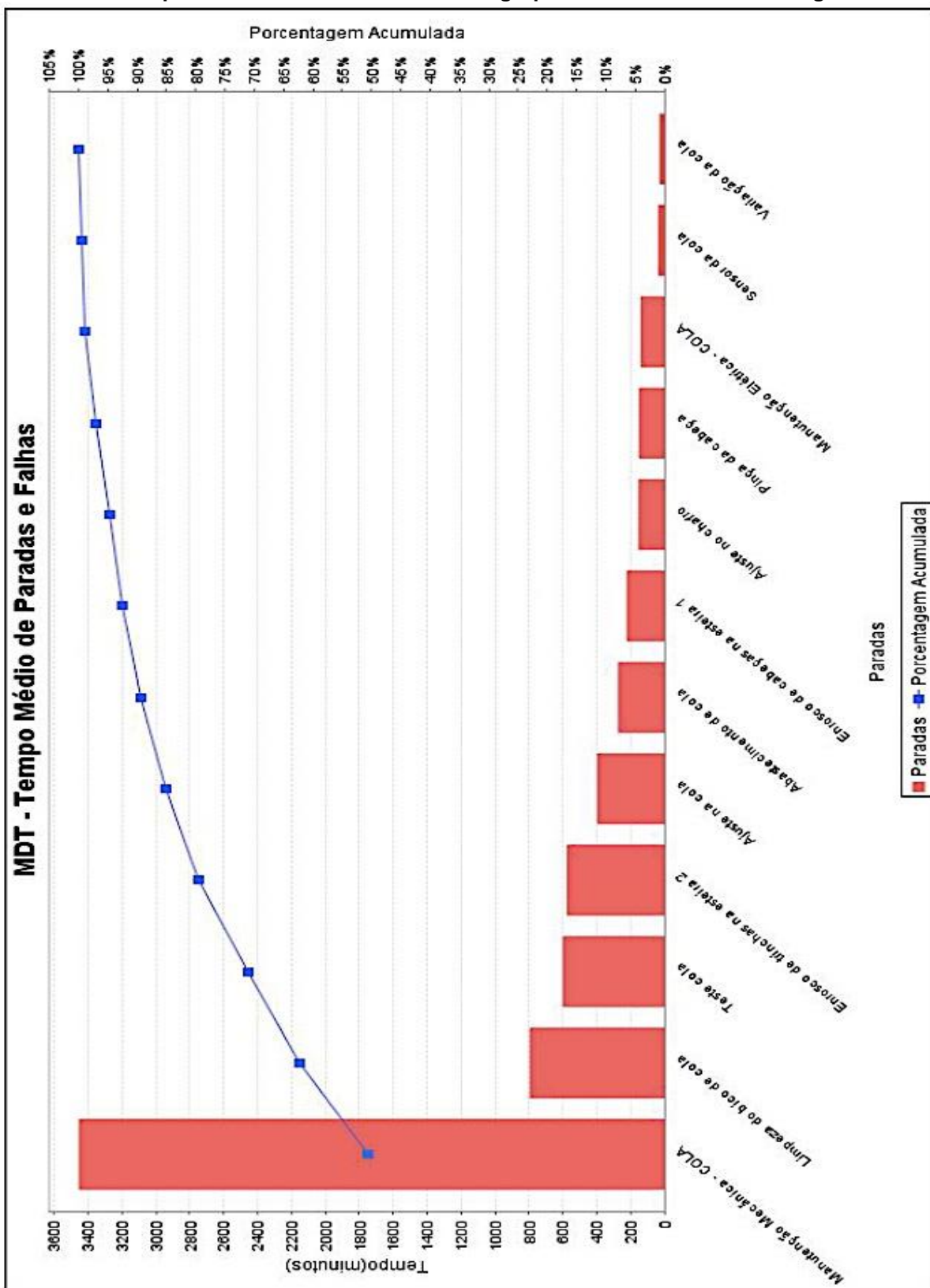
- Mudança de *layout*: Foi retirado o operador que tinha a função de revisar os produtos da linha, ou seja, antes o revisor ficava entre a máquina de aparelhamento e a máquina de gravação revisando todos os itens, e isso implicava na diminuição da velocidade da linha, impactando diretamente no desempenho do OEE;
- Manutenção Mecânica – COLA – Houve um aumento desta parada entre fevereiro e agosto, pois estava variando a quantidade de cola que era depositada na cabeça da trincha, e isso gerava muito retrabalho e refugo dos itens. O tempo gasto com este problema foi de aproximadamente 57 horas, como mostra o Gráfico 13;

Gráfico 12 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "magazine" em agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Gráfico 13 - Tempo médio de Paradas e Falhas no grupo "cola" entre fevereiro e agosto de 2017



Fonte: Software Alfa (2017)

Após todas as melhorias realizadas neste estudo, conseguiu-se obter um resultado satisfatório em relação ao aumento da eficiência do equipamento, como mostra o comparativo entre o mês de fevereiro/2017 (início do estudo) e agosto/2017 (fim do estudo) na a Tabela 3.

Tabela 3 - Comparativo entre os meses de fevereiro e agosto de 2017

	Fevereiro	Agosto
OEE	39,24%	59,53%
Disponibilidade	59,03%	68,64%
Desempenho	66,48%	86,74%
Produtividade	6.700 peças/dia	8.700 peças/dia

Fonte: Aatoria própria (2017)

Porém para a empresa conseguir atingir seu objetivo são necessárias algumas melhorias.

4.2.3 Propostas de Melhorias

Apesar de ter sido realizado algumas melhorias no processo e ter conseguido aumentar um pouco o OEE, não se atingiu a meta desejada de 75%. Assim, com as análises realizadas e os problemas ocorridos nesse período, propõe-se algumas melhorias:

- I. Melhorar a estrutura do *software* na linha: Como os dados deste estudo não são totalmente precisos, pois havia várias particularidades no processo, e também dependia muito de o operador colocar em qual local ocorreu a parada, seria importante implantar pelo menos um sensor em cada área do equipamento, ou seja, um sensor na Cola, outro na Pagim, um na máquina de Limpeza e assim por diante, para que o operador apontasse com exatidão em qual local a parada ocorreu. Além disso, ajudaria a entender melhor o funcionamento da linha, pois muitas vezes o operador estava realizando o *setup* da máquina de Cola, mas o Magazine estava em funcionamento, e devido a isso, o operador não conseguia marcar as duas ações ao mesmo tempo;

- II. OEE impreciso: Como cada tipo de referência tem seu tempo de produção e no sistema o tempo padrão estava igual para todos, o OEE conseqüentemente acabava sendo influenciado pela falta de balanceamento da linha. Além disso, neste estudo não foi considerado o índice da qualidade, implicando diretamente no OEE real. Assim propõe-se o desenvolvimento de uma área do sistema onde possa apontar pelo computador ou mesmo no coletor a quantidade de refugo e retrabalho realizado, assim a empresa teria um OEE mais preciso;
- III. Balanceamento da linha: como não havia dados históricos dos tempos de cada referência e os equipamentos não estavam desempenhando na sua melhor maneira, não se conseguia realizar o estudo de tempos e nem registrar um tempo ideal para cada tipo de peça;
- IV. Melhoria nos equipamentos: para que conseguisse realizar o balanceamento, os equipamentos precisariam estar desempenhando na sua melhor maneira, reduzindo as micros paradas, por exemplo. E para que isso funcionasse, seria importante que uma equipe da manutenção fosse focada em melhorias de processos da empresa no geral;
- V. Utilização de senhas para mudanças nos tempos do equipamento: após a melhoria nos equipamentos e o estudo dos tempos e padronização de cada tipo de referência, seria importante utilizar uma senha de bloqueio nos tempos dos equipamentos, para que se consiga fazer uma análise precisa dos problemas ocorridos no processo, deixando modificá-los apenas com a realização de estudos e a verificação da necessidade pelos responsáveis da análise e pelas sugestões dos operadores;
- VI. Planejar manutenção preventiva: o prazo da preventiva de alguns equipamentos já havia vencido, por isso o alto índice de apontamentos de paradas por manutenção. Portanto, além da metodologia da TPM enfatizar a importância das manutenções, fica de fato comprovado que a não realização implica significativamente na disponibilidade do equipamento;

- VII. Treinamento dos operadores: Apesar de ter sido realizado o treinamento da manutenção autônoma para os operadores, seria importante refazê-lo com o objetivo de cada vez mais o operador ficar apto a realizar ajustes e solicitar a manutenção apenas quando necessário ou mesmo deixando-os focados nas melhorias;
- VIII. Revisar os tempos de paradas planejadas: é importante revisar os tempos de paradas planejadas já que determinadas atividades necessitam de modificações com o tempo, como por exemplo, “limpeza e organização”;
- IX. Adquirir “copos” de tinta extras: como a limpeza dos copos das tintas demora, uma maneira de acelerar o processo de *setup* é adquirindo copos extras para que apenas precise colocar a tinta na peça e após a finalização dos *setups*, o operador terá tempo de limpar o copo trocado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O indicador de eficiência global do equipamento de fato tem importância para as empresas, principalmente para se manterem na competitividade e preservar seus clientes e sua marca. Por isso, utilizar o índice OEE e um *software* que dê suporte de identificar oportunidades de melhorias e entender em quais pontos do processo é necessário investimento faz toda a diferença.

A utilização, abastecimento de dados e apontamento das paradas são essenciais para se ter um OEE preciso, pois conforme as restrições do sistema e do processo pela falta de equipamentos necessários para a coleta de dados, fica complicado realizar um plano de ação preciso e que faça diferença na eficiência e na produtividade para a empresa. Por isso que o foco deste estudo foi mostrar a pequena evolução na disponibilidade e no desempenho do equipamento apenas com poucas mudanças e propor melhorias para conseguir atingir o objetivo. E para que isso fosse alcançado, foi avaliado a evolução dos índices de fevereiro de 2017 a agosto de 2017, com a implementação do *software* Alfa, além de identificação das principais paradas da linha por meio dos gráficos disponibilizados pelo *software* e a proposta de melhorias para obtenção dos resultados esperados.

Essas propostas de melhorias implicariam diretamente nos três índices do OEE, como a realização de manutenções preventivas, a aquisição de copos para redução do tempo de *setup*, revisão dos tempos de paradas planejadas e o treinamento dos operadores implicando diretamente no índice de disponibilidade do equipamento, ou seja, essas melhorias aumentariam o tempo de produção da linha, e conseqüentemente, aumentaria a produção e qualidade dos produtos.

Além disso, as melhorias no balanceamento da linha, redução de micros paradas, o tempo padrão correto para cada tipo de referência e a utilização de senhas para mudança de tempos, implicaria no aumento da velocidade do equipamento, impactando diretamente no desempenho da linha.

Este estudo tem potencial para avançar para outras linhas da empresa, ajudando a identificar pontos de melhorias para conseguir cada vez mais atingir uma alta eficiência de processo.

Portanto, com as sugestões de melhorias apontadas neste estudo e com a busca constante de novas ações de manutenção nas maiores paradas e dedicação

total da equipe, poderia ser possível atingir a meta que a empresa idealizou de 75% em eficiência na linha automática de pincéis imobiliários.

REFERÊNCIAS

ABDULMALEK, Fawaz A.; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of Production Economics**. [s.i], p. 223-236. maio 2007.

ALMEANAZEL, Osama T. R. Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement. **Jordan Journal of Mechanical And Industrial Engineering**. [s.i], p. 517-522. set. 2010.

ALMOMANI, Mohammed Ali; ALADEEMY, Mohammed; ABDELHADI, Abdelhakim; MUMANI, Ahmad. A Proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. **Computer & Industrial Engineering**. [s.i], p. 461-469. jul. 2013.

ANDRESSON, C.; BELLGRAN, M. On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. **Journal of Manufacturing Systems**. [s.i], p. 144-154. dez. 2014.

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; PELLEGRIN, Ivan de; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTTO, Pedro. **Sistema de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BAMBER, C.j.; SHARP, J.m.; HIDES, M.t. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.162-181, set. 1999. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552519910282601>.

CHAN, F.t.s; LAU, H.c.w; LP, R.w.l; Chan, H.k; Kong, S. Implementation of total productive maintenance: A case study. **International Journal of Production Economics**. [s.i], p. 71-94. out. 2003.

CHAND, G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. **Journal of Materials Processing Technology**. [s.i], p. 149-154. jun. 2000.

FOGLIATTO, Flávio S.; RIBEIRO, José L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FOURIE, C.j.; UMED, N.e.. Application of lean tools in the supply chain of a maintenance environment. **South African Journal of Industrial**. [s.i], p. 175-189. maio 2017.

HUANG, Chun-che; KUSIAK, Andrew. Overview of Kanban systems. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**. [s.i], p. 169-189, 1996.

JONSSON, Patrik; LESSHAMMAR, Magnus. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**. [s.i], p. 55-78. abr. 2015.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PASCALE, Lucia; MAINEA, Marin; PATIC, Paul C.; DUTA, Luminita. Mathematical Decision Model to Improve TPM Indicators. **Ifac Proceeding Volumes**. [s.i], p. 934-939. maio 2012.

PIVA, Alex C. **A utilização do princípio 80/20 como fonte de vantagens competitivas**. 2006. 81f. Monografia do curso de pós graduação especialização em gestão empresarial – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

PUN, Kit-fai; CHIN, Kwai-Sang; CHOW, Man-Fai; LAU, Henry C.W. An effectiveness-centred approach to maintenance management: A case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. [s.i], p. 346-368. 2002.

SHARMA, Rajiv Kumar; KUMAR, Dinesh; KUMAR, Pradeep. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. **Industrial Management & Data Systems**, [s.l.], v. 106, n. 2, p.256-280, fev. 2006. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570610649899>.

SHERWIN, David. A review of overall models for maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. [s.i], p. 138-164, 2000.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SINGH, Jagtar; RASTOGI, Vikas; SHARMA, Richa. Total Productive Maintenance Review: A Case Study in Automobile Manufacturing Industry. **International Journal of Current Engineering And Technology**. Online, p. 2010-2016. dez. 2013.

SULLIVAN, Willian G.; MCDONALD, Thomas N.; VAN AKEN, Eileen M. Equipment replacement decisions and lean manufacturing. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**. [s.i], p. 255-265. fev. 2002.

TSANG, Albert H.c. Strategic dimensions of maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.7-39, mar. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552510210420577>.

WIREMAN, Terry. **Total Productive Maintenance**. 2. ed. Nova Iorque: Industrial Press, 2004.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ANEXO A – Lista de Paradas e Falhas

GRUPO	CÓDIGO	PARADAS	CLASSIFI- CAÇÃO
PAGIM	18	Ajuste no pagim	Parada
	19	Sobrecarga	Falha
	23	Caindo calço	Falha
	22	Ajuste nas batedeiras	Parada
	11	Falha de leitura do sensor de cerdas	Falha
	61	Falta de corte do facão	Falha
	14	Ajuste no facão	Parada
	62	Ajuste no calço	Parada
	16	Sensor pagim	Falha
	63	Troca do pente	Parada
	102	Troca do facão	Parada
	107	Reset da pagim	Parada
	32	Manutenção Elétrica - PAGIM	Parada
	64	Manutenção Mecânica - PAGIM	Parada
COLA	25	Pinça da cabeça	Falha
	17	Enrosco de cabeças na esteira 1	Falha
	27	Ajuste na cola	Parada
	28	Limpeza do bico de cola	Parada
	29	Abastecimento de cola	Falha
	31	Vazando cola	Falha
	26	Ajuste no chafro	Parada
	39	Enrosco de trinchas na esteira 2	Falha
	15	Varição da cola	Falha
	55	Teste cola	Parada
	106	Sensor da cola	Falha
	65	Manutenção Elétrica - COLA	Parada
81	Manutenção Mecânica - COLA	Parada	
CABO	7	Cabo Preso	Falha
	8	Cabo Travado Giro	Falha
	21	Cilindro/Vibrador	Falha
	24	Ajuste no encabamento	Parada
	13	Falha de leitura do sensor de cabos	Falha
	52	Cabo empenado	Falha
	66	Ventosa falhando	Falha
	82	Folha apertada	Falha
	91	Enrosco transferência de cabo	Falha
	114	Sensor do alimentador de cabo	Falha
	101	Manutenção Elétrica - CABO	Parada
89	Manutenção Mecânica - CABO	Parada	

(continua)

MAGAZINE	33	Giro do magazine	Falha
	230	Carregamento - MAGAZINE	Parada
	34	Elevador travado	Falha
	36	Pinça 1 - Enrosco na transferência de trincha	Falha
	37	Descarga	Falha
	115	Index	Falha
	38	Prateleira empenada	Falha
	54	Regulagem do ar	Falha
	83	Pelo no sensor	Falha
	67	Pinça 2 - (Alimentadora)	Falha
	105	Pinça 3 - (Retirada)	Falha
	113	Cabo Travado Giro - Magazine	Falha
	93	Manutenção Elétrica - MAGAZINE	Parada
	86	Manutenção Mecânica - MAGAZINE	Parada
MÁQUINA DE LIMPEZA	46	Batedor desregulado	Falha
	35	Batedor danificado	Parada
	69	Manutenção Mecânica - MÁQ. DE LIMPEZA	Parada
	84	Manutenção Elétrica - MÁQ. DE LIMPEZA	Parada
APARELHAMENTO	47	Faca com ângulo irregular	Falha
	94	Faca sem corte	Falha
	109	Sensor	Falha
	68	Manutenção Mecânica - APARELHAMENTO	Parada
	103	Manutenção Elétrica - APARELHAMENTO	Parada
GRAVAÇÃO	42	Ajuste no carimbo	Falha
	60	Reabastecimento de tinta	Parada
	48	Setup gravação	Parada
	85	Vazamento de tinta	Falha
	59	Teste tinta	Falha
	96	Manutenção Mecânica - GRAVAÇÃO	Parada
	104	Manutenção Elétrica - GRAVAÇÃO	Parada
ETIQUETAGEM	43	Setup etiquetagem	Parada
	49	Ajuste de alinhamento da etiqueta	Parada
	57	Troca da Etiqueta	Falha
	97	Manutenção Mecânica - ETIQUETAGEM	Parada
	98	Manutenção Elétrica - ETIQUETAGEM	Parada
GERAL	9	Falta de Energia	Falha
	70	Falta de M.O	Parada
	80	Ginástica Laboral	Parada Planejada
	90	Outros	Parada
	100	Limpeza e Organização	Parada Planejada

(continua)

110	Almoço	Parada Planejada
158	Parada após troca de turno/almoço/café/janta	Parada
120	Jantar	Parada Planejada
130	Manutenção Preventiva	Parada
140	Ajuste após Setup	Parada
150	Retrabalho	Parada
170	Reunião/Treinamento	Parada
40	Falta de insumos	Parada
111	Café	Parada Planejada
58	Teste elétrico	Parada
88	Falta de ar comprimido	Falha
117	Teste mecânico	Parada
160	Setup/Troca de referência	Parada
180	Teste de M.P	Parada
210	Teste	Parada
200	Teste de Produto/amostra	Parada