

A FERRAMENTA OEE COMO AUXÍLIO PARA MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS: ESTUDO DE CASO

THE OEE TOOL AS AID FOR IMPROVEMENTS IN A AUTO PARTS INDUSTRY: CASE STUDY

21

Jonas Caetano Negro¹, Raphael Mota do Prado¹, Joaquim M. F. Antunes Neto²

1- *Tecnólogos em Gestão da Produção Industrial, pela Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco” (FATEC de Itapira);*

2- *Orientador e docente da Faculdade Municipal Prof. Franco Montoro (FMPFM – Mogi Guaçu/SP). Doutor em Bioquímica pela UNICAMP, Mestre em Atividade Física e Adaptação – UNICAMP. Possui MBA em Gestão de Estratégia Empresarial e Especializações em Neuropsicopedagogia, Educação Ambiental, Psicopedagogia Institucional e Educação e Sociedade (Faculdade de Educação São Luís).*

Contato: joaquim_netho@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o aumento da produtividade utilizando-se da ferramenta OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) na avaliação de um maquinário de enrolamento de molas a frio direcionadas para suspensão veicular. A metodologia utilizada foi o estudo de caso, em uma empresa líder no fornecimento global de peças originais para a indústria automotiva do setor automotivo. Dados obtidos pela análise do tempo de parada do equipamento foram determinantes para se gerar um indicador de disponibilidade e produtividade do equipamento neste estudo de caso. Após a análise das causas fundamentais da falha, por meio de ferramentas específicas descritas no trabalho, colocou-se em práticas as contramedidas para cessar ou minimizar as pequenas paradas da máquina, chegando-se a uma mudança de disponibilidade de 59,9% para 80,2%. A OEE permite uma visão detalhada das perdas no processo produtivo, tornando-se mais fácil encontrar falhas no sistema e agir nos pontos que apresentam problemas. Portanto, a ferramenta citada é um instrumento de grande relevância para avaliar e favorecer a precisão do bom trabalho, oferecendo à empresa oportunidade de intervir no processo e subsidiar ações que garantam a eficácia e gerem o tão desejado aumento da produtividade.

Palavras-Chave: OEE. Suspensão veicular. Gestão da produção.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the increase of productivity using the OEE (Overall Equipment Effectiveness) tool in the evaluation of a cold spring winding machinery directed to vehicle suspension. The methodology used was the case study, in a leading company in the global supply of original parts for the automotive industry in the automotive sector. Data obtained by analyzing the equipment downtime were crucial to generate an indicator of equipment availability and productivity in this case study. After analyzing the fundamental causes of the failure, using specific tools described in the work, the countermeasures were put into practice to cease or minimize small machine stops, reaching a change of availability from 59.9% to 80.2%. The OEE allows a detailed view of the losses in the production process, making it easier to find faults in the system and to act in the points that present problems. Therefore, the aforementioned tool is a highly relevant tool for assessing and favoring the accuracy of good work, offering the company the opportunity to intervene in the process and subsidize actions that guarantee efficiency and generate the much desired increase in productivity.

Keywords: Overall equipment effectiveness. Vehicle suspension. Production management.

INTRODUÇÃO

O mercado tem exigido que as empresas de manufatura disponibilizem seus produtos com qualidade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade e menor custo. Para conduzir a gestão estratégica de forma a alcançar esses objetivos, as empresas devem empenhar esforços nos recursos de produção, que abrangem mão de obra, matéria-prima, equipamentos, instalações físicas, tecnologias, informações, entre outros (SANTOS et al., 2017).

Devido as grandes mudanças que estão ocorrendo nas indústrias brasileiras, decorrentes da crise econômica no país, as empresas estão cada dia mais buscando reduzir os desperdícios para se manterem no mercado. Por isso, necessitam de constantes melhorias em sua produtividade a fim de aprimorar o atendimento e não acrescentar custos extras (frete, horas extras, problemas de não qualidade) (MARTINS, 2020).

Desta forma, Apolinário e colaboradores (2016) apontam que o cenário atual das empresas determina que as mesmas façam uma releitura dos seus métodos de produção, sobretudo no que tange a produtividade. A gestão eficaz do posto de trabalho tem sido observada como uma das formas mais eficazes de conseguir a junção entre colaborador e máquina. Para isso, três aspectos são de

grande importância: visão sistêmica da empresa que implica na subordinação da utilização dos recursos de melhorias dos postos de trabalho em determinados locais da empresa; integração/unificação de ações na medida em que as atividades nestes postos devem ser feitas em conjunto entre os profissionais envolvidos; desenvolver estratégias de análise das situações que provoquem paradas na máquina e também permitam analisar outros aspectos como instruções de trabalho, ergonomia.

A busca de inovações tecnológicas, que visam reduzir custos e garantir a qualidade dos produtos, deve estar alicerçada em índices que apontem desempenho e perdas dos equipamentos (MAZUR et al., 2018).

A ferramenta OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) é uma metodologia de medição de desempenho de equipamentos industriais, teve seu reconhecimento somente no término dos anos 80, juntamente com a procura das organizações de identificar as perdas em manutenções nas suas organizações. Com uma sistemática simples e eficaz, o OEE demonstra os motivos das paradas, perdas nos desempenhos da produção e perdas por não qualidade do equipamento.

Para Hansen (2006), a OEE era relacionada com uma outra ferramenta, a "Manutenção Produtiva Total" - TPM (*Total Productive Maintenance*), e frequentemente foi vista como uma forma simples de medição para obtenção do prêmio TPM. À medida que um maior número de profissionais apresentou a OEE em seminários e artigos relacionados ao TPM, ela começou a ser vista como uma ferramenta autônoma para medir o real desempenho de um equipamento por meio de inter-relacionamento de indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade (NAKAJIMA, 1989).

O OEE se define em três categorias: a disponibilidade, a performance e a qualidade. Sendo a disponibilidade é o resultado das perdas por motivo de quebra do equipamento, a performance seria o resultado por perda de variação de ritmo, e a qualidade resultado das perdas gerada por defeitos nos produtos. É um indicador que serve aos gestores como ferramenta de auxílio na tomada de decisão, afim de melhorar a capacidade produtiva, sendo possível atingir esse nível de produtividade. Outro ponto de avaliação visa as quebras recorrentes dos equipamentos, isto é, identificar as principais quebras e tomar ações de correção definitivas, afim de se observar um aumento da confiabilidade dos equipamentos (OLIVEIRA, 2017).

O presente trabalho considera que a implementação do sistema de monitoramento de OEE se faz primordial para aumento de confiabilidade e produtividade visando aumentos de demandas de produção, corroborando com as mesmas colocações de Oliveira (2017).

O estudo de caso parte da seguinte questão norteadora: Quais ações devem ser realizadas para aumentar a produtividade (OEE) na operação de enrolamento de molas a frio, focando no alto tempo de *set-up*?

Segundo Martins e Laugeni (2009), para aumentar a produtividade dos equipamentos e, conseqüentemente, de toda a organização, o TPM recomenda o ataque às denominadas seis grandes perdas, conforme visto na Figura 1.

A OEE foi desenvolvida a partir das “Seis Grandes Perdas dos Equipamentos”, como calculá-lo e implementá-lo, bem como focar as estratégias e as principais ferramentas usadas para melhorar a disponibilidade, a performance dos equipamentos e a qualidade dos produtos por eles produzidos (SILVA, 2013).

Figura 1. Relação entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE.



Fonte: adaptado de Silva (2013)

As seis grandes perdas dos equipamentos estão ligadas aos três índices que formam o cálculo da OEE, no qual a perda 1 “quebra” e 2 “set-up e regulagens” fazem parte do índice de disponibilidade; as perdas 3 “pequenas paradas” e 4 “queda de velocidade” influenciam a performance, enquanto o índice de qualidade é composto pelas perdas 5 “problemas de qualidade e retrabalhos” e 6 “queda de rendimento”, conforme exibido na Figura 1.

A atividade mais importante no processo de cálculo do OEE. A limitação da empresa em identificar suas perdas impede que se atue no restabelecimento das condições originais dos equipamentos, garantindo alcançar a eficácia global, conforme estabelecido quando o equipamento foi adquirido ou reformado. As

perdas são calculadas a partir da folha resumo de informações, esta análise auxiliará na identificação das áreas que apresentam a maior oportunidade para aumentar o valor da OEE, e as maiores oportunidades estão naquelas áreas onde existem grandes perdas (RAMOS; MELLO; BERNARDO JUNIOR, 2019).

Para responder a problemática de investigação, a escolha do método de estudo de caso foi de extrema pertinência, pois os autores da monografia também são as personagens colaborativas do setor em estudo. De uma observação na prática de trabalho inserida no processo de produção surgiram as investigações necessárias para se contemplar o processo inicial até aqui apresentado.

Considerando todo o exposto, o objetivo deste estudo de caso foi analisar como seria possível aumentar a produtividade utilizando-se da ferramenta OEE na avaliação de um maquinário de enrolamento de molas a frio direcionadas para suspensão veicular. Dados obtidos pela análise do tempo de parada do equipamento (*set-up*) foram determinantes para se gerar um indicador de disponibilidade e produtividade do equipamento. Como objetivo específico, delimitado pela redução do tempo de parada do equipamento, determinou-se a elaboração de um plano de melhorias, implementado e implantado no respectivo setor em estudo.

METODOLOGIA

Tipo de Trabalho

O trabalho previamente intitulado “A Ferramenta OEE como Auxílio para Melhorias em uma Indústria de Autopeças: Estudo de Caso” trata-se de um estudo de caso que pode ser classificado da seguinte forma (GIL, 2010; ROSSI; ANTUNES NETO, 2020):

- Com base em sua natureza é aplicado, pois busca gerar conhecimentos dirigidos à solução de um problema específico do setor de produção;
- Com base na obtenção de informações é de abordagem quanti-qualitativa, uma vez que se propõe a qualificar as ações de dimensionamentos e especificações técnicas que envolvem a melhoria do processo produtivo, e quantificar informações que permitem avaliar a produtividade em virtude das melhorias implementadas;
- Com bases nos seus objetivos é de levantamento, pois visa, por meio de processos interventivos no setor específico, compreender e levantar os fatores que interferem nas ações determinadas pela questão norteadora;
- Com base nos procedimentos técnicos adotados, apresenta argumentos bibliográficos e de estudo de caso, uma vez que se baseou em estudos de

base de dados indexadas para sua fundamentação e de uma pesquisa de campo.

Levantamento Bibliográfico

Utilizou-se os procedimentos de uma revisão bibliográfica narrativa para o levantamento do material científico desta monografia. A escolha seletiva do material chegou a estudos primários para que a resposta da questão norteadora pudesse ser elucidada. A revisão bibliográfica recuperou, selecionou e avaliou os resultados dos estudos relevantes e permitiu considerar a evidência científica de maior grandeza na tomada de decisão (LAKATOS; MARCONI, 2018).

A pesquisa teve seu início com a formulação da seguinte questão norteadora: Quais ações devem ser realizadas para aumentar a produtividade (OEE) na operação de enrolamento de molas a frio, focando no alto tempo de *set-up*? As palavras-chave para o levantamento das informações bibliográficas foram: disponibilidade, performance, qualidade.

As bases de dados indexadas disponibilizadas na internet para a busca do material bibliográfico foram: Google Acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos da Capes. Após o levantamento do material bibliográfico, tornou-se necessário estabelecer critérios de inclusão e exclusão destes para o processo de desenvolvimento textual. Os critérios de inclusão permitiram a participação de estudos originais e de revisão, artigos escritos na língua portuguesa que pudessem colaborar na resolução da questão norteadora de estudo. Os critérios de exclusão consideraram os objetivos específicos da pesquisa e relações com o problema a ser resolvido.

Estudo de Caso

Empresa

A Empresa em estudo assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, direcionado para a Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco”, permitindo que as ações detalhadas nesta monografia pudessem direcionar os resultados do estudo.

Trata-se de uma empresa líder no fornecimento global de peças originais para a indústria automotiva, com mais de 35 anos de experiência. A empresa projeta, desenvolve e produz sistemas de filtragem e componentes de suspensão flexíveis, bem como sistemas de gerenciamento de ar e refrigeração do motor. Aprimora continuamente seus componentes com desenvolvimentos

tecnológicos em todos os setores de produtos, otimizando o desempenho em termos de ciclo de vida, eficácia, tamanho, peso e compatibilidade ambiental, demonstrando uma forte capacidade de integrar diversas culturas, tecnologias e mercados.

É parceira dos principais fabricantes mundiais de carros, veículos comerciais e equipamentos de terraplenagem. Hoje, está presente em 23 países em 4 continentes, com 42 locais de fabricação. A empresa em estudo procura sempre fabricar produtos com alta qualidade, para que possa manter a confiabilidade e a credibilidade de seus clientes e, é com esse intuito, que a empresa possui uma alta tecnologia de processo, concretizada em duas linhas de molas helicoidais e três de barras estabilizadoras, conforme segue:

- As linhas de molas helicoidais são totalmente robotizadas e automatizadas de última geração, com capacidade para 5.200.000 molas/ano.
- As linhas de barras estabilizadoras são divididas em leves, pesadas e barra reta, tendo capacidade para produção de 4.200.000 barra/ano. Processo de fabricação em fluxo contínuo que garante uma uniformidade na qualidade dos produtos.
- Moderna linha de pintura epóxi em pó com pré-tratamento de fosfatização em linha contínua para assegurar as especificações técnicas dos clientes.

Figura 2 – Barra estabilizadora e molas helicoidais: produção da empresa.



Fonte: concedidas pela empresa.

Estrutura do estudo de caso

O estudo de caso considerou a abordagem de Miguel (2007) sobre a condução da investigação (nível operacional). Cinco etapas foram estruturadas.

Definição da estrutura conceitual teórica

Nesta etapa houve a definição do referencial conceitual teórico da monografia, com objetivo de mapear dados primários e secundários sobre o assunto. O conceito em estudo aborda o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), desenvolvido para quantificar as melhorias implementadas pela Manutenção Produtiva Total (TPM). De acordo com Santos e colaboradores (2019), com o uso do indicador OEE é possível identificar a utilização real dos equipamentos, mensurar a eficiência global, além de permitir a descoberta dos custos escondidos. A compreensão do conceito de OEE ao longo dos anos de formação na graduação, bem como a sua aplicação na prática profissional, no setor específico de desenvolvimento deste estudo de caso, permitiu aos autores desenvolverem familiaridade com todo o eixo deste estudo: o conceito teórico e o caso em análise. Portanto, volta-se a estabelecer a questão norteadora do presente estudo: Quais ações devem ser realizadas para aumentar a produtividade (OEE) na operação de enrolamento de molas a frio, focando no alto tempo de *set-up*?

28

Planejamento do caso

Uma das primeiras tarefas do planejamento é a escolha da unidade de análise, ou seja, do caso. No caso do presente estudo, o estabelecimento da questão norteadora foi o primeiro passo do planejamento. Ainda em termos de classificação de estudo, estabeleceu-se que se trata de um estudo longitudinal, cuja a observação do caso ocorreu nos anos de 2017 e 2019. Anterior ao ano de 2018, foram realizadas análises (pré-testes), que possibilitaram identificar fragilidades no processo produtivo e estabelecer um plano de ação, conforme visto na seção de Resultados. No ano de 2018, especificamente, houve a quantificação da produtividade (OEE) do equipamento em análise, focando no alto tempo de *set-up*, para que, em 2019, houvesse a implementação da melhoria e a realização do pós-teste, culminando com os dados de excelência determinados pelo processo de implementação/implantação.

Condução de um teste piloto

O objetivo foi verificar os procedimentos de aplicação com base no protocolo, visando seu aprimoramento. Conforme explicado, o teste piloto, chamado de pré-teste, vinha sendo desenvolvido antes do ciclo avaliativo de 2018, uma vez que já se percebia questões a serem resolvidas quanto ao *set-up* dos procedimentos do equipamento em estudo. o que determinou a necessidade de

modificações na condução do processo de *set-up*. Ao todo, foram feitos acompanhamentos em processos que permitiram chegar a valores mensais médios, conforme visto na Tabela 1.

Coleta de dados

Após a realização da averiguação do problema, determinado aqui pela questão norteadora de estudo, surgida na rotina de investigação inerente das funções que os autores ocupam na empresa, e possíveis necessidades de ajustes no protocolo de pesquisa, partiu-se para a coleta dos dados específicos do ano de 2018. Utilizou-se para avaliação do equipamento de enroladeira de mola a frio um *software* específico que quantifica a disponibilidade, performance e qualidade e gera informações relativas ao OEE. De janeiro a dezembro de 2018 foram obtidos valores médios de avaliação da performance do equipamento, fornecendo os dados que puderam compreender os aspectos do OEE.

Buscou-se convergências e divergências no conjunto de dados e esclarecimento sobre as situações vivenciadas. A coleta foi concluída quando a quantidade de dados e informações foram consideradas suficientes para endereçar a questão da pesquisa. Obviamente, outros aspectos foram considerados, como a premência de tempo em função de prazos assumidos. Porém, esse último aspecto não pode influenciar negativamente o rigor metodológico.

Análise dos dados

A partir do conjunto de dados coletados, considerando as múltiplas fontes de evidência, produziu-se uma narrativa geral do caso. Isso não implica que tudo que foi coletado foi incluído no relatório da pesquisa. Houve uma redução dos dados (*data reduction*) de tal forma que foram incluídos na análise somente os argumentos considerados essenciais e que tiveram estreita ligação com os objetivos e a questão norteadora da pesquisa. Dados secundários documentais também foram utilizados, sobretudo aqueles relacionados a caracterização do objeto de análise – atributos relevantes de conceituação de OEE e de TPM. Todas as análises foram validadas pelo orientador da pesquisa e pelo líder do setor de trabalho na empresa, para que a discussão tivesse seu início. Importante salientar que no próprio setor produtivo da empresa existe um grupo de estudos onde os principais resultados obtidos pelos colaboradores são discutidos e apresentados em forma de relatórios e seminários. Destas constatações, surgiu toda a estruturação dos resultados sistemaizados neste presente estudo.

Geração do relatório de pesquisa

Todo o conjunto de atividades das etapas anteriores foi sintetizado em um relatório de pesquisa, culminando nos resultados apresentados nesta monografia. Os resultados presentes estão estreitamente relacionados à teoria de OEE e TPM, tomando-se o devido cuidado para que não se ajustasse a teoria aos resultados e evidências, mas o inverso, ou seja, os resultados e as evidências foram associados à teoria.

30

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, apresentados a seguir, foram obtidos entre 2018 (pré-análise) e 2019 (pós análise). O objetivo, portanto, é apresentar a situação-problema que despertou o interesse de estudo e como ocorreram as resoluções e implantações de melhorias. O ponto de partida foi buscar compreender qual seria o fator que afetava o funcionamento da enroladeira de mola à frio. Para isso, foram utilizados os dados obtidos no ano de 2018 a respeito de disponibilidade, performance e qualidade.

Tabela 1. Histórico de resultados do OEE ao longo do ano de 2018.

	2018												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
DISPONIBILIDADE	60,0%	57,8%	60,8%	55,6%	60,0%	60,1%	59,8%	55,1%	62,6%	58,3%	58,0%	70,7%	59,9%
PERFORMANCE	93,0%	99,9%	98,2%	95,6%	96,6%	98,3%	97,8%	96,0%	94,3%	98,0%	96,3%	97,4%	96,8%
QUALIDADE	99,7%	99,6%	99,6%	99,5%	99,4%	99,4%	99,6%	99,6%	99,8%	99,7%	99,8%	99,8%	99,6%
OEE	55,6%	57,5%	59,5%	52,9%	57,6%	58,7%	58,3%	52,7%	58,9%	57,0%	55,8%	68,8%	57,8%

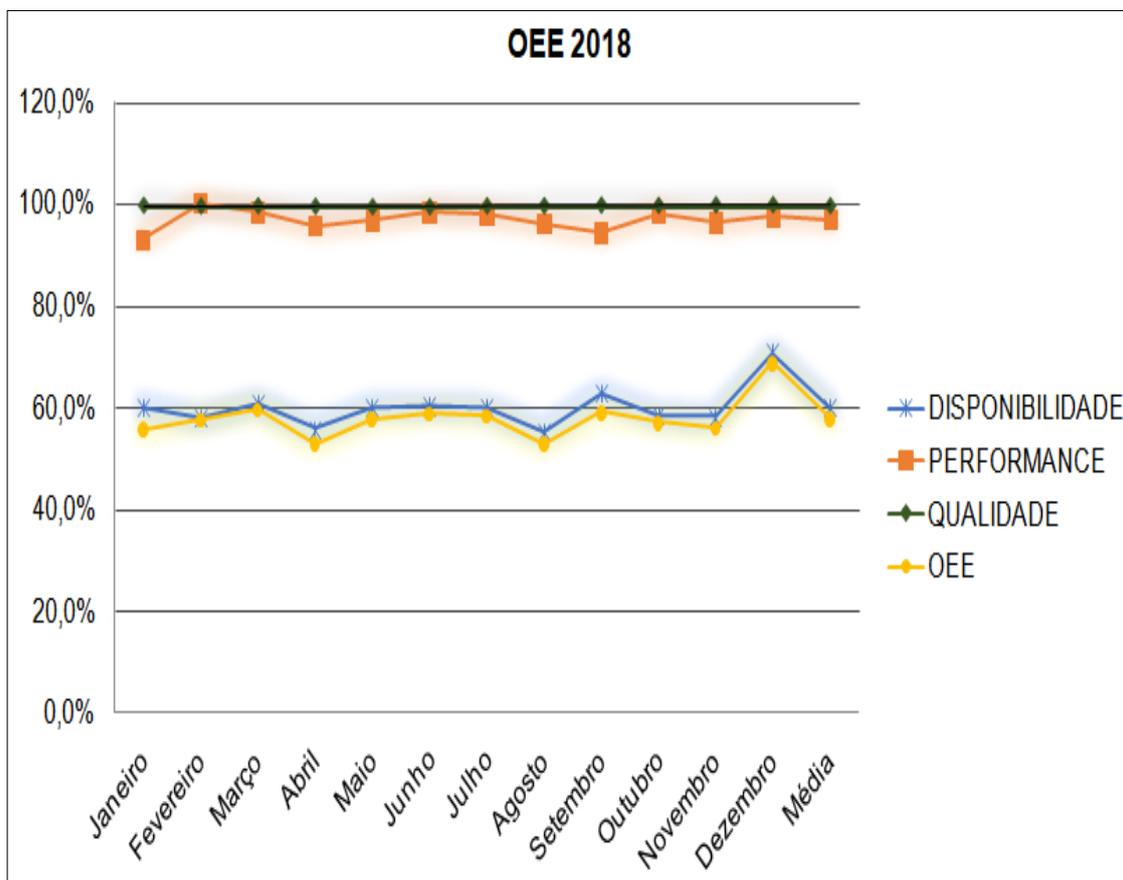
Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 1 que o OEE se encontrava abaixo da média global, que é de 85% (SILVA, 2013). A média obtida para este parâmetro foi de 57,8%. Neste caso, pode-se notar que o fator determinante foi a disponibilidade da máquina, cuja média foi de 59,9%.

O OEE é o índice utilizado como *benchmark* mundial pelas indústrias (SANTOS et al., 2019). Importante ressaltar que a OEE permite uma visão detalhada das perdas no processo produtivo, tornando-se mais fácil encontrar falhas no sistema e agir nos pontos que apresentam problemas. Portanto, a

ferramenta citada é um instrumento de grande relevância para avaliar e favorecer a precisão do bom trabalho, oferecendo à empresa oportunidade de intervir no processo e subsidiar ações que garantam a eficácia e gerem o tão desejado aumento da produtividade.

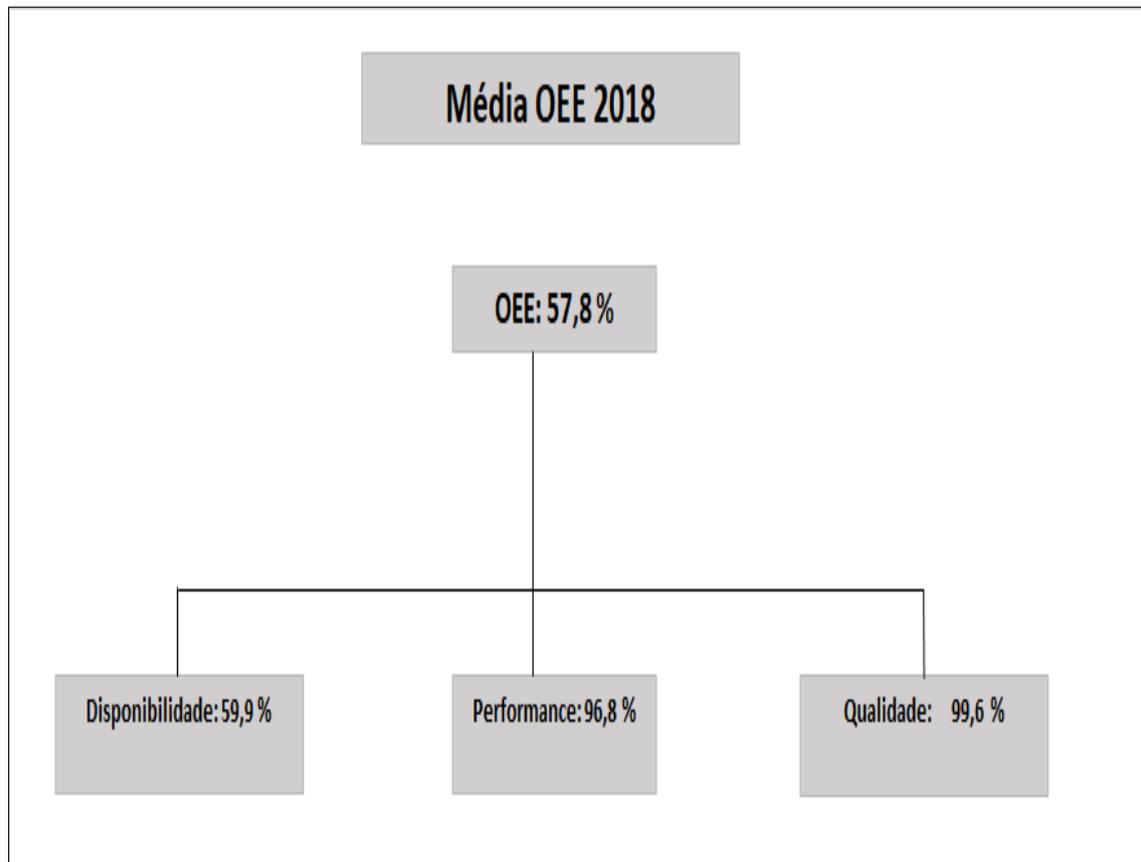
Figura 3. Representação dos períodos avaliados e médias obtidas no ano de 2018.



Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 3 deixa evidente a questão apontada na Tabela 1, que a disponibilidade, de fato, afeta diretamente o OEE do equipamento, uma vez que as variáveis performance e qualidade possuíram índices médios de 96,8% e 99,6%, respectivamente. A Figura 4 ilustra o processo como um todo no ano de 2019, após as ações implementadas:

Figura 4. Representação das médias obtidas no processo ao longo de 2018.

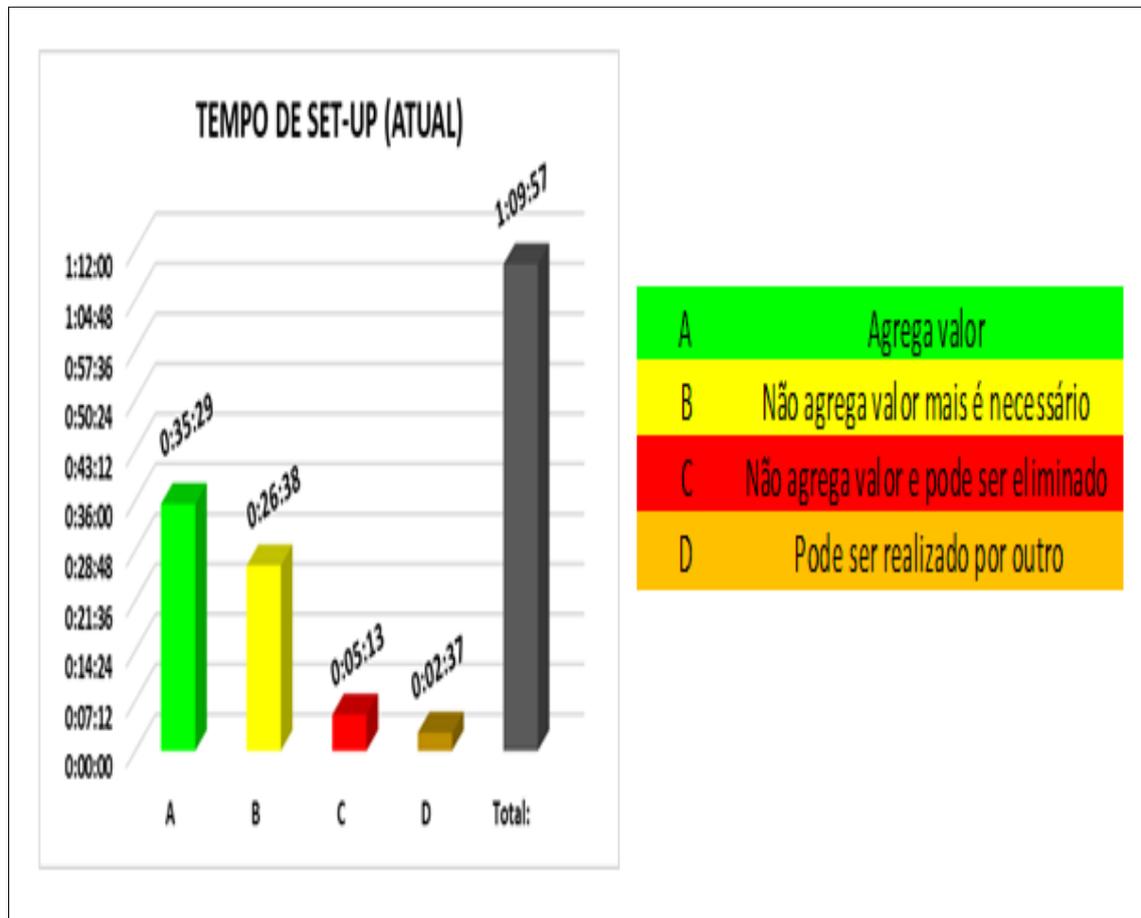


Fonte: elaborado pelos autores.

Perante a situação levantada, o passo seguinte foi verificar quais parâmetros poderiam estar afetando a disponibilidade (manutenção, ferramentaria e *set-up*). Partiu-se da premissa que o tempo de *set-up* poderia ser o fator desestabilizador do tempo de disponibilidade do equipamento. Sendo assim, optou-se pela filmagem do *set-up* (do início ao fim) para obtenção deste tempo total e, conseqüentemente, analisar os pontos chaves durante o tempo de *set-up*.

No caso específico deste estudo, percebeu-se que o determinante era a disponibilidade da máquina, que segundo Costa (2019) é um indicie importante para a melhoria do processo, pois a mesma corresponde ao tempo que o equipamento ficou disponível.

Figura 5. Situação de partida para resolução do problema.

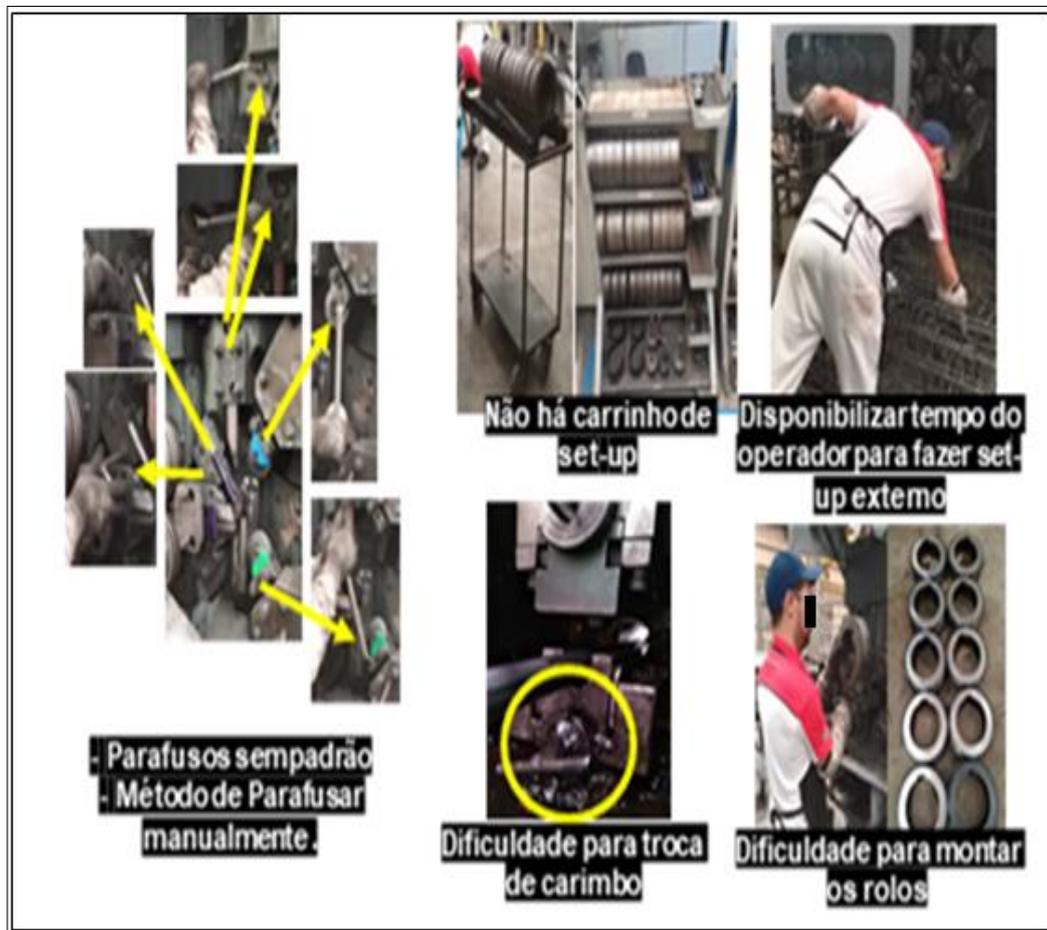


Fonte: elaborado pelos autores.

Na situação coletada após o processo de análise e tomada de decisão, considerando os dados obtidos em 2018, desenvolveu-se o experimento relatado na Figura 5. Percebe-se que o tempo para fazer o *set-up* era de 69 minutos, onde foi classificado em quatro tipos de atividades: verde - são operações que agregam valor (35min29seg); amarelo - são operações que não agregam valor, mas são necessárias (26min38seg); vermelha - não agregam valor e podem ser eliminadas (5min13seg); e laranja - podem ser realizadas por outros (2min37seg).

Com a análise dos tempos obtidos pelas observações dos vídeos, pôde-se avaliar onde ocorriam as principais perdas, levantadas na Figura 6:

Figura 6. Situação anteriores a resolução do problema.

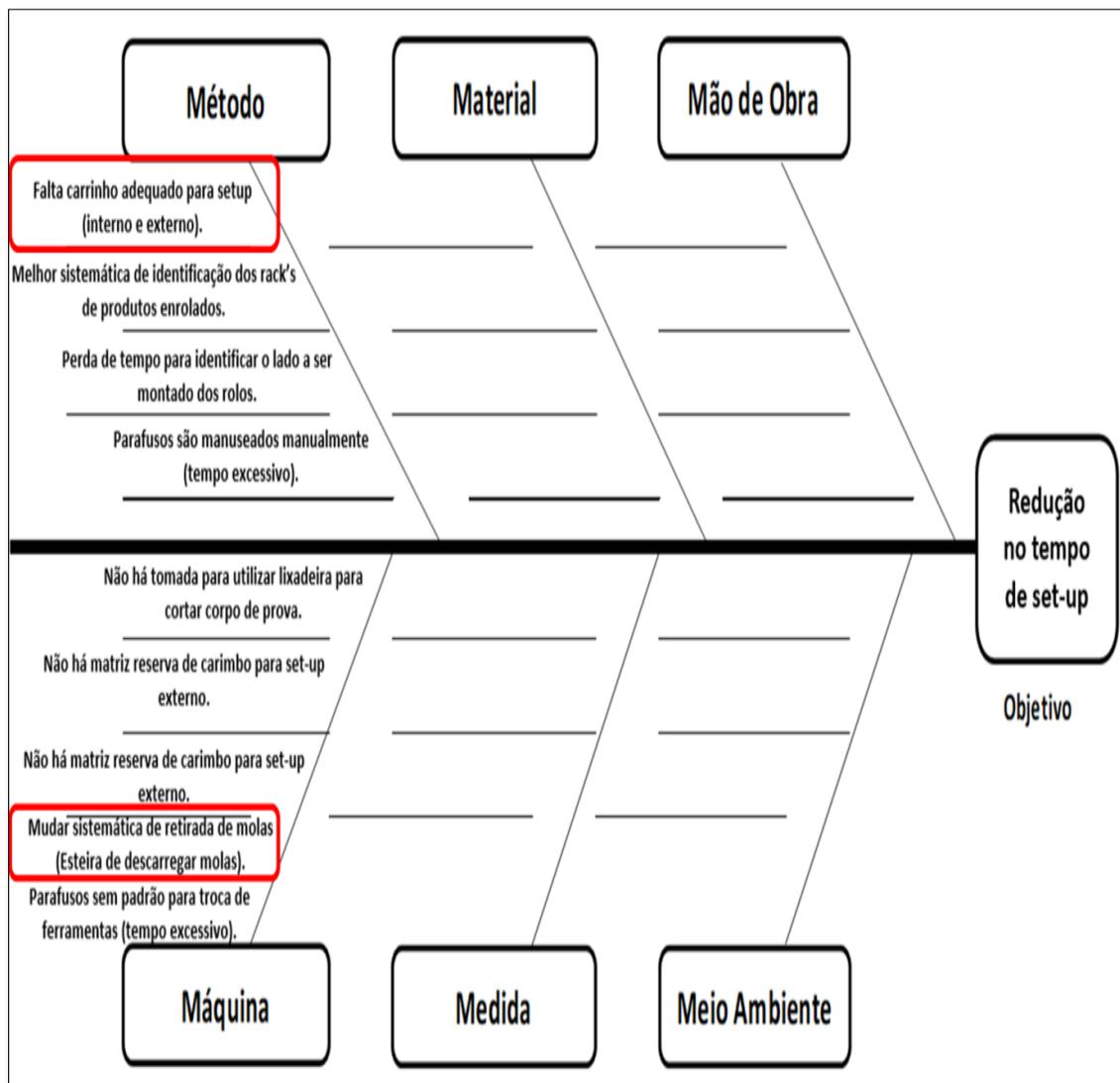


Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 6 apresenta situações anteriores a resolução do problema: parafusos sem padrão, ausência de carrinho de *set-up*, tempo disponibilizado para o operador realizar *set-up* externo, dificuldade de troca de carimbo, dificuldade para montar os rolos. Todas as condições relatadas impediam que houvesse a redução esperada de tempo de *set-up*, de 69 minutos para 25 minutos, o que culminou com melhoria de 63%.

O próximo passo foi, portanto, classificar as situações levantadas por meio do diagrama de Ishikawa (Figura 7), para melhor compreensão dos problemas detectados na situação inicial.

Figura 7. Diagrama de Ishikawa de detecção de problema fabril.



Fonte: elaborado pelos autores.

O diagrama baseou-se, sobretudo, em problemas focados no método e na máquina. Quanto ao método, notou-se quatro procedimentos limitantes para a fluidez do processo: falta de carrinho adequado para *set-up* (interno e externo), necessidade de melhor sistemática de identificação dos *racks* de produtos enrolados, perda de tempo para identificar o lado a ser montado os rolos, tempo excessivo de manuseio dos parafusos. Os fatores inerentes a máquina são: falta de tomada para utilizar lixadeira para cortar corpo de prova, ausência de matriz reserva de carimbo para *set-up* externo, sistemática de retirada de molas

inadequado, parafusos sem padrão para troca de ferramentas. Todos os fatores relatados afetam outras estratégias que determina a redução de tempo de *set-up*, que serão discutidas posteriormente.

A estruturação do diagrama de Ishikawa permitiu que uma nova análise fosse desenvolvida, agora pela ferramenta dos “5 Porquês?”, conforme visto no Quadro 1:

Quadro 1. Análise pela ferramenta 5 Porquês?

5 Porquês?	
Problema =>	Colocar esteira de descarregar molas em funcionamento
PQ?	Atualmente a esteira não está disponível para utilização
PQ?	Falta adequação e ajustes funcionamento
PQ?	Molas estão enroscando no corte da mola e deslocamento da mola na esteira
PQ?	Esteira foi construída inicialmente para um modelo de mola
PQ?	
Causa raiz suspeita =>	Mudar sistemática de retirada de molas após o enrolamento (Esteira de descarregar molas).
5 Porquês?	
Problema =>	Desperdício de tempo para troca de ferramentais
PQ?	Excesso de movimentação do operador
PQ?	Ferramentais distante do operador
PQ?	Não há carrinho que disponibilize todos os ferramentais próximo ao operado
PQ?	Falta carrinho adequado para setup (interno e externo).
PQ?	
Causa raiz suspeita =>	Falta carrinho adequado para setup (interno e externo).

Fonte: elaborado pelos autores.

As ferramentas utilizadas no presente trabalho (Diagrama de Ishikawa, “5 Porquês” e 5W1H) servem para direcionar a análise para os seus reais problemas e fazer uma estratificação inicial das causas primárias dos problemas, para assim achar a causa raiz.

Piechnicki e Kovaleski (2011) colaboraram ao reforçarem que, após a análise das causas fundamentais da falha, pelas ferramentas em questão, o próximo passo do plano seria colocar em prática as contramedidas para cessar ou minimizar as pequenas paradas da máquina. Este plano de ação foi elaborado com a participação de todos os envolvidos, definindo as ações a serem executadas, quem seria o responsável pela ação, por que deveria ser executada, o prazo para a execução, como deveria ser realizada, onde e como deveria ser executada a ação proposta, conforme demonstrado no Quadro 2. Este plano de ação foi criado a partir dos conhecimentos dos técnicos operadores e dos engenheiros de processo, oriundas de suas experiências diárias.

É de costume as pessoas atuarem diretamente no efeito, ou seja, na consequência ou resultado do problema ao invés de atuar na sua verdadeira causa, o que torna a atuação ineficaz levando o problema a se repetir, por isso é de grande importância que se tenha experiência e prática na utilização das ferramentas, e junto uma equipe multifuncional para auxiliar nas causas específicas, como ferramentaria, manutenção e pessoas que operam o processo no dia-a-dia, o que de fato ocorreu no presente estudo.

A ferramenta “5 Porquês” considerou os dois principais problemas levantados: colocar esteira de descarregar molas em funcionamento e o desperdício de tempo para troca de ferramentais. Após a análise, foram encontradas as seguintes causas-raiz suspeitas: mudar sistemática de retirada de molas após o enrolamento e a falta de carrinho adequado para *set-up* (interno e externo). A técnica dos “5 Porquês”, portanto, parte da premissa que, depois de questionar por cinco vezes o “por que” um problema está ocorrendo, sempre fazendo referência a resposta anterior, há maior probabilidade de determinar-se a causa raiz deste problema.

Uma vez detectados os problemas, partiu-se para a elaboração de um plano de ação, utilizando a ferramenta 5W1H, tal como apresentado no Quadro 2:

Quadro 2. Plano de ação proposto para melhoria fabril.

WHAT / O QUE?	HOW / COMO?	WHY / PORQUE?	WHO / QUEM?	WHEN / QUANDO?		WHERE / ONDE?	Status
				Start / Início	End / Final		
Construir carrinho adequado para setup (interno e externo)	Adequado as ferramentas, espaço e máquina	Desperdício de tempo para troca de ferramentais	Paulo e Luis Ricardo	15-mai	15-jun	Enroladeira a frio	OK
Instalar tomada elétrica para lixadeira entre os desbobinadores	fazer solicitação para a manutenção	utilizar lixadeira para cortar corpo de prova	Francisco Paladini	15-mai	30-mai	Enroladeira a frio	OK
Disponibilizar matriz de carimbos reservas	---	Não há matriz reserva para setup externo	Ricardo	10-mai	30-mai	Enroladeira a frio	OK
Alterar OP para sistema impresso (idem a barra)	Verificar com Almoarifado	Melhor sistema de identificação	Raphael	20-mai	28-ago	Enroladeira a frio	NOK
Abrir PCR para alterar a frequência de inspeção de molas.	Solicitação de PCR	Padronizar frequência de inspeção, conforme realizado nas molas da FCA.	Paulo Antonio	20-mai	15-jun	Enroladeira a frio	OK
Pintar Face dos rolos para facilitar identificação do lado	Fazer Identificação nos rolos	Facilitar a identificação do lado a ser montado	Ricardo	10-mai	30-mai	Enroladeira a frio	OK
Colocar esteira de descarregar molas em funcionamento	Instalar	Disponibilizar tempo do operador para fazer set-up externo.	Francisco Paladini	10-mai	30-mai	Enroladeira a frio	OK
Estudar possibilidade de girar apenas uma posição para posicionar postes do desbobinador	Fazer testes com a utilização somente de 3 postes.	Muita movimentação para posicionar cada ponto com parafusadeira pneumática (6 pontos)	Paulo Lopes	1-jun	30-jun	Enroladeira a frio	Reprovado
Parafusos sem padrão, metodo de parafusar manualmente	Padronizar parafusos, e disponibilizar parafusadeira pneumática	Tempo excessivo para fazer set-up.	Paulo Lopes, Luis Ricardo	24-mai	15-jun	Enroladeira a frio	OK
Instalar ponto de ar comprimido proximo a WAFIOS	Solicitar para manutenção	Ponto utilizado é compartilhado com a máquina.	Francisco Paladini	31-mai	28-ago	Enroladeira a frio	NOK
Cacamba de sucata	solicitação de compra de cacamba	Local padrão para descartar cintas	Mateus	1-jun	30-ago	Enroladeira a frio	NOK

Fonte: elaborado pelos autores.

Utilizando a ferramenta 5W1H, mapearam-se as ações, determinando o que seria feito, por qual razão, por quem, como, quando e onde seria feito com o intuito de sanar os problemas já identificados.

Braz e Cazini (2019) complementam que a ferramenta 5W1H atua como suporte no processo estratégico, ao permitir que, de uma forma simples, garanta-

se que as informações básicas e mais fundamentais sejam claramente definidas e as ações propostas sejam minuciosas, porém simplificadas. O presente trabalho alcançou o objetivo principal de analisar a efetividade da aplicação das ferramentas 5W1H e “5Porquês” quando apresenta, a seguir, os resultados e impactos da utilização das mesmas, bem como as mudanças ocasionadas no setor de manutenção e na postura dos operários.

A partir deste momento, serão apresentadas as melhorias que forma propostas no plano de ação e como elas determinaram a redução do tempo de *set-up*. A Figura 8 apresenta resultados obtidos com a implementação da esteira, uma das atividades propostas no plano de melhoria:

Figura 8. Resultado obtido com melhoria na esteira.



Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se que antes da implementação da esteira, o operador tinha que ficar frequentemente acompanhando a queda das molas após o enrolamento. Com a implementação da esteira, eliminou-se a necessidade de o operador ficar constantemente aguardando o enrolamento das molas para cair no cesto, assim disponibilizando o tempo para o operador iniciar o *set-up* externo para o próximo produto.

As melhorias promovidas pela confecção de um novo modelo de carrinho direcionado ao *set-up* externo são vistas na Figura 9:

Figura 9. Resultado obtido com melhoria no carrinho.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os ferramentais, antes, eram guardados em uma prateleira que ficavam longe da máquina, utilizando-se de um carrinho improvisado para auxílio da retirada dos instrumentos. Com isso, o operador tinha um excesso de movimentação, aumentando seu tempo para fazer a troca dos ferramentais. Com a implementação do novo carrinho, permitiu-se que todos os ferramentais para execução do *set-up* ficassem próximos ao operador, possibilitando uma redução na movimentação do operador.

A Figura 10 apresenta melhorias implantada para a troca de rolos:

Figura 10. Resultado obtido com troca de rolos.

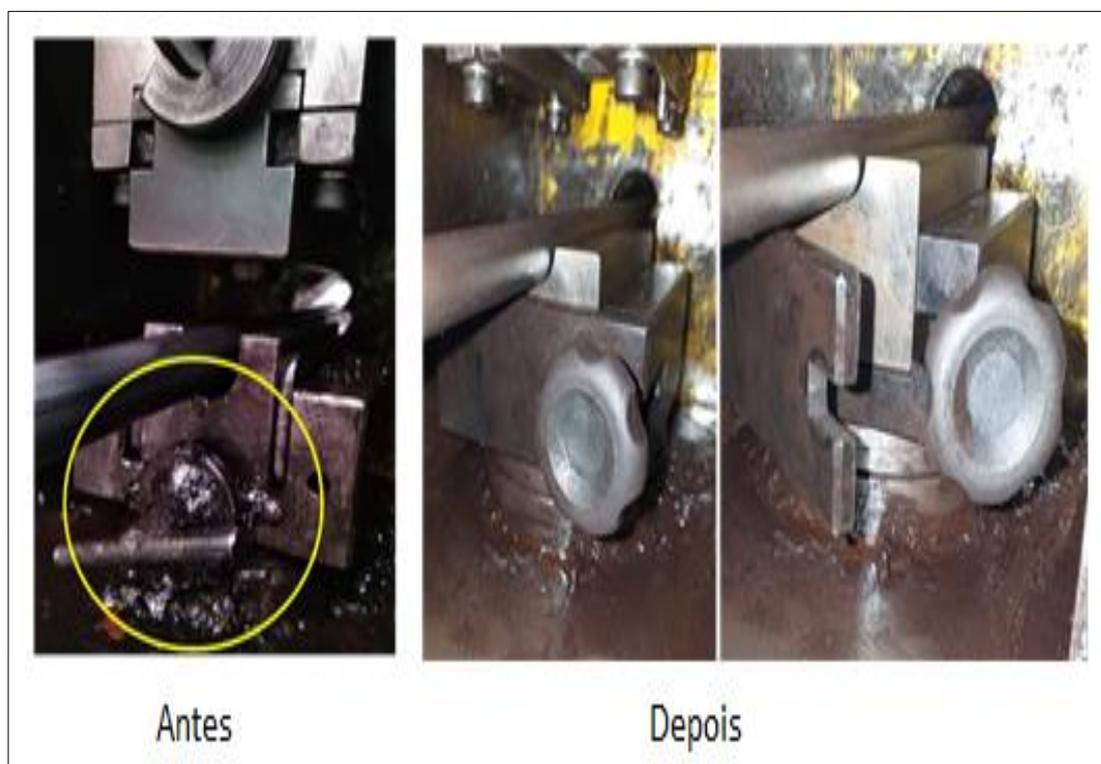


Fonte: elaborado pelos autores.

O procedimento apresenta que antes da implantação da melhoria, o operador tinha dificuldade de encaixar o rolo na máquina porque não havia uma sinalização específica que indicasse o lado correto deste encaixe, situação solucionada por este auxílio visual para facilitar a montagem dos rolos.

Outra melhoria, desenvolvida para a troca de carimbo, pode ser vista na Figura 11:

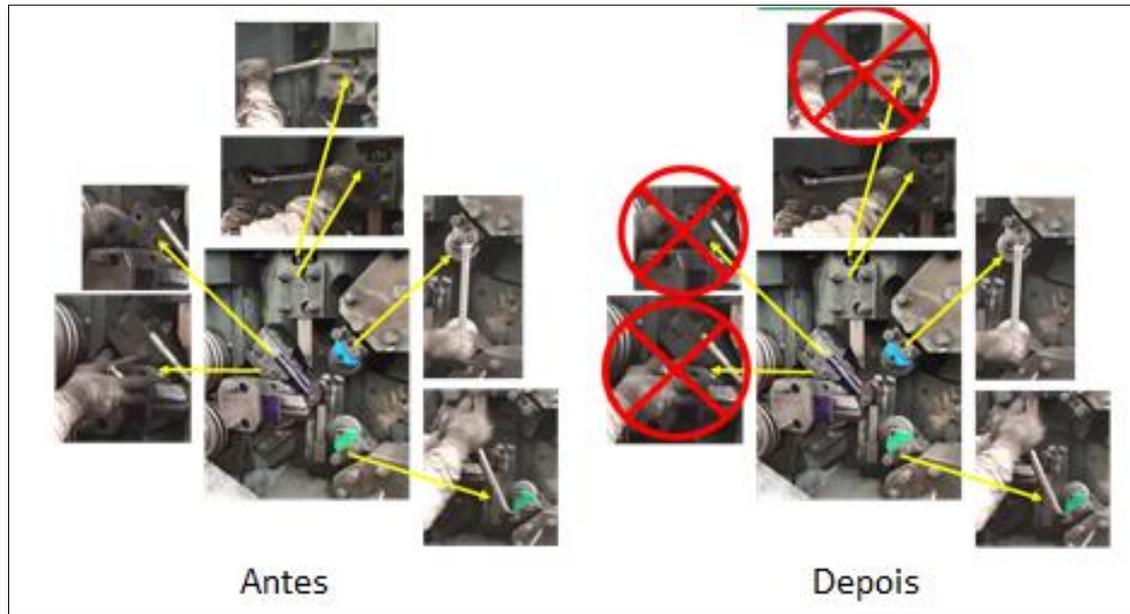
Figura 11. Resultado obtido com troca do carimbo.



Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se que anterior à implementação da melhoria, o operador tinha que desmontar o conjunto inteiro da carimbadeira para fazer a troca do respectivo carimbo. O dispositivo criado permitiu a troca mais rápida para os carimbos.

Figura 12 – Resultado obtido com melhoria na padronização dos parafusos.



Fonte: elaborado pelos autores.

Vê-se que antes da implementação da melhoria, os parafusos para troca do ferramental não eram padronizados, assim o operador utilizava vários tipos de ferramentas (chave *allen*, fenda perfil estriado e estrela) para soltar os parafusos. A melhoria, de fato, foi a padronização dos parafusos.

Figura 13 – Resultado obtido com melhoria no sistema visual de revisão de ferramental.

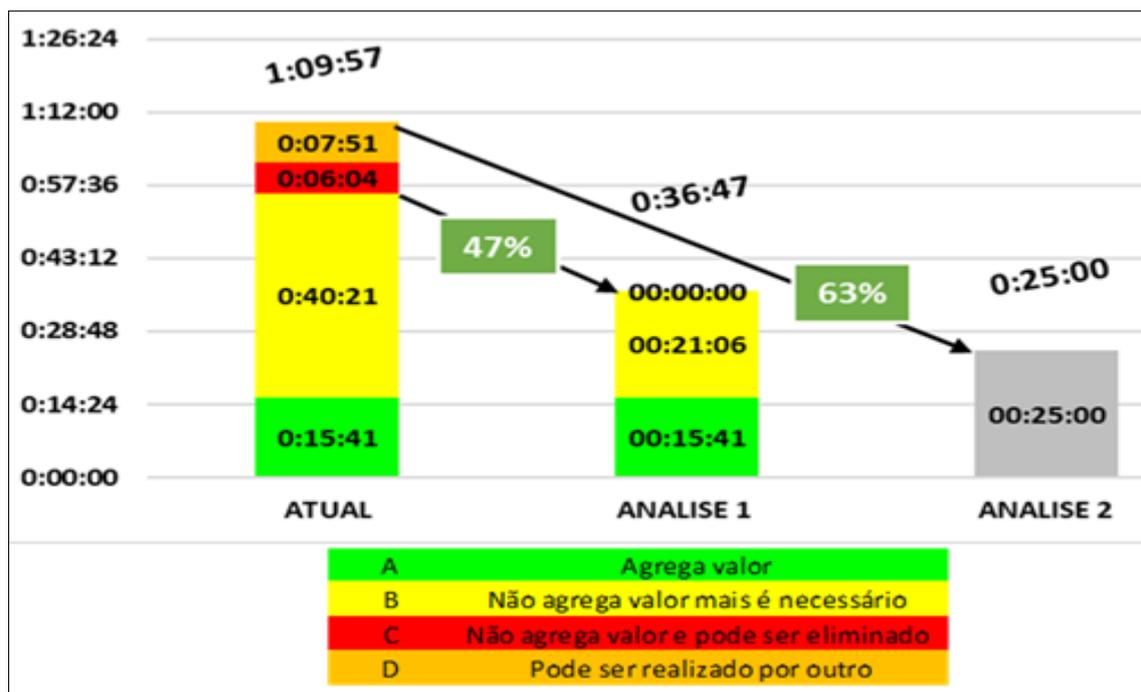


Fonte: elaborado pelos autores.

Nesta etapa do processo de melhoria, observa-se que antes não havia sistemática para revisão do ferramental, podendo ocorrer falta de ferramentais revisados pela ferramentaria na hora do *set-up*. Após a implantação do sistema visual de revisão dos ferramentais, determinou-se que os espaços amarelos seriam para ferramentas que necessitariam de reparos feitos pela ferramentaria, enquanto que os espaços verdes seriam para ferramentais que já foram reparados pela ferramentaria.

Por fim, a Figura 14 apresenta a conformação de que todas as melhorias determinadas, analisadas e implementadas permitiram a obtenção na melhoria de tempo de *set-up* e, conseqüentemente, elevando o índice de disponibilidade do equipamento.

Figura 14 – Resultado obtido na melhoria de tempo de *set-up* em três momentos.



Fonte: elaborado pelos autores.

Com a retirada das operações que não agregavam valor e poderiam ser eliminadas (primeira análise), bem como daquelas que poderiam ser realizadas por outros operadores, reduziu-se o tempo de *set-up* para 36 minutos (47% de redução em relação ao tempo inicial). Com a implementação das ações apresentadas anteriormente, o resultado final foi de redução de tempo de *set-up* para 25 minutos (63% de redução em relação ao tempo inicial). Desta forma, o tempo total de redução chegou próximo a 45 minutos.

Após as implementações das ações tivemos os resultados abaixo:

Tabela 2. Histórico de resultados do OEE ao longo do ano de 2019

	2019												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
DISPONIBILIDADE	72,8%	82,4%	78,9%	80,3%	80,5%	85,4%	87,6%	86,9%	83,4%	72,2%	85,2%	86,5%	81,8%
PERFORMANCE	99,0%	97,6%	97,1%	97,2%	97,1%	97,7%	99,0%	100,7%	98,9%	98,0%	96,7%	96,9%	98,5%
QUALIDADE	99,6%	99,7%	99,8%	99,6%	99,2%	99,3%	99,5%	99,8%	99,8%	99,9%	99,7%	99,8%	99,6%
OEE	71,8%	80,2%	76,5%	77,7%	77,5%	82,9%	86,3%	87,3%	82,3%	70,7%	82,1%	83,7%	80,2%

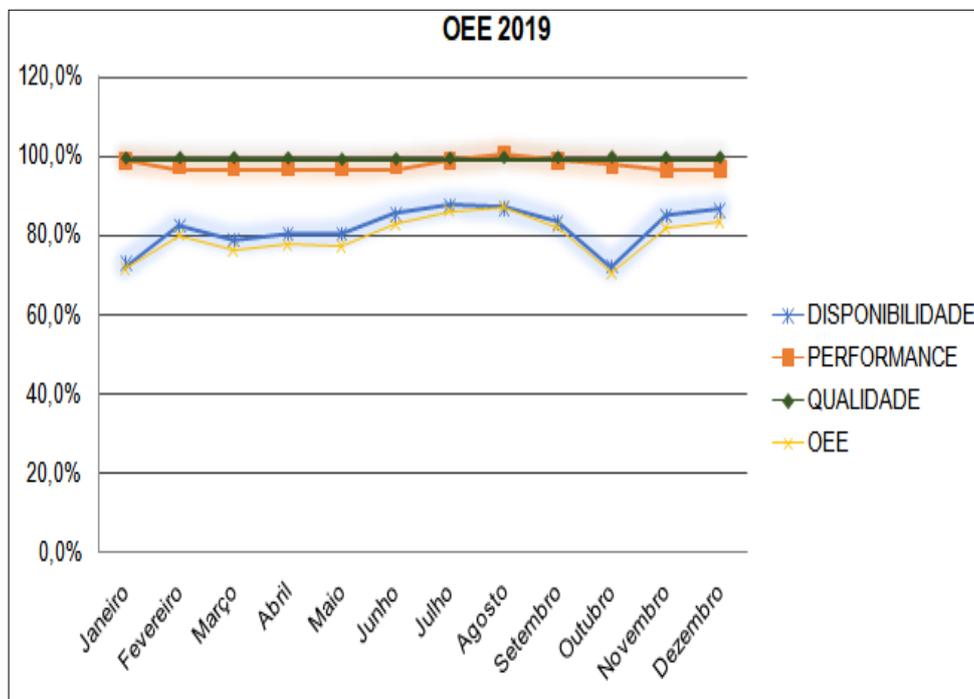
Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 2 que o OEE, após aplicação da melhoria, encontra-se abaixo da média global, que é de 85% (a média obtida para este parâmetro foi de 80,2%).

De fato, o presente trabalho vai ao encontro com as colocações Santos (2020), ao pontuar que o índice OEE representa um instrumento eficaz na realização de diagnósticos, comparando unidades e/ou componentes do sistema de produção. Ademais, o resultado confiável produzido pelo OEE pôde ser usado para propor uma ação corretiva adequada, conforme todo o processo apresentado.

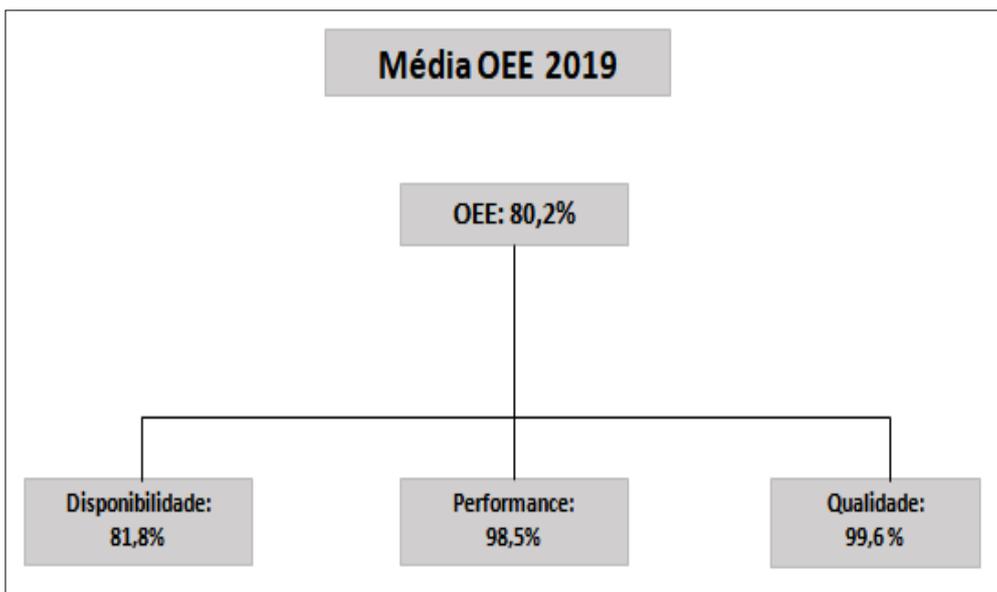
A utilização da ferramenta deve ser periódica, de forma que o uso do indicador seja transformado em um sistema que analise os dados de produção, identifique possíveis áreas de melhoria e apoie iniciativas enxutas. A análise conjunta das Figuras 15, 16 e 17 permite compreender como a OEE, ao ser introduzida na empresa, tornou-se ferramenta estratégica na otimização da produtividade do setor, levando a maximização da performance do maquinário utilizado nas etapas do sistema produtivo, melhorando, conforme o caso apresentado, a capacidade de produção:

Figura 15. Representação dos períodos avaliados e médias obtidas no ano de 2019.



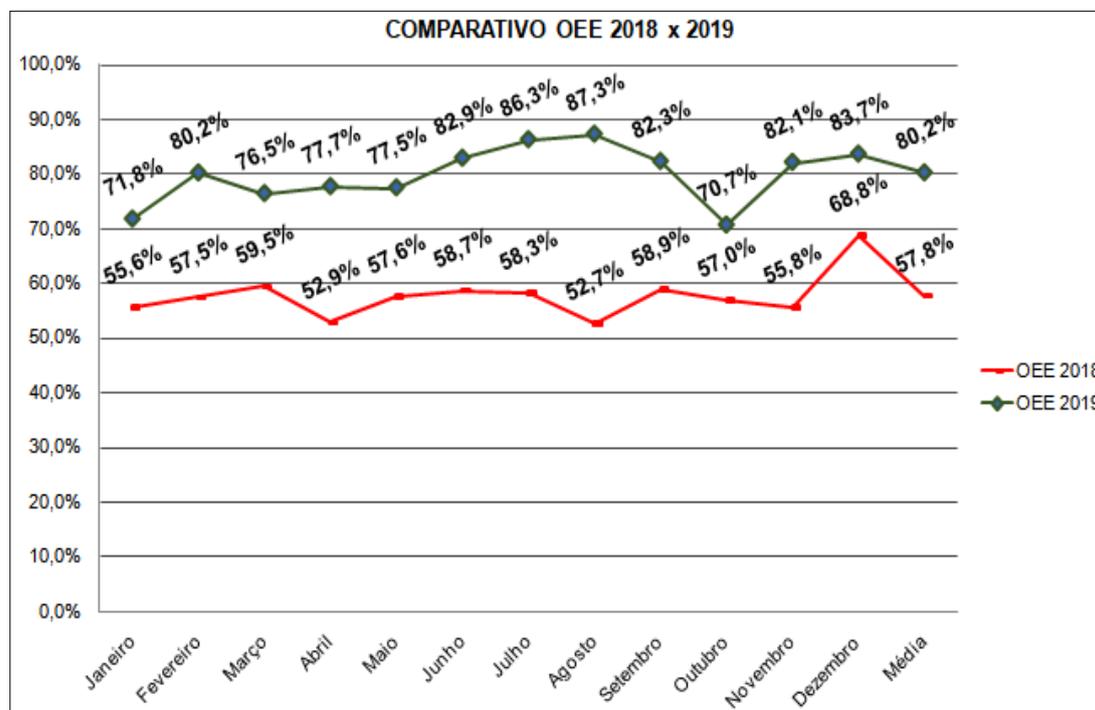
Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 16. Representação das médias obtidas no processo ao longo de 2019



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 17. Representação o comparativo do OEE de 2018 e 2019.



Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 17, observam-se as médias mensais do OEE em 2018 e 2019, onde se tinha uma média no ano de 2018 de 57,8% e, em 2019, uma média de 80,2%. O aumento de 22,4% evidencia que as ações tomadas para a redução do tempo de *set-up* foram de grande importância para o aumento da disponibilidade do equipamento (Figura 16 comparada com a Figura 4), e assim tendo um aumento na produtividade da enroladeira a frio (Figura 15 comparada a Figura 3).

Torna-se importante enfatizar que, mesmo não atingindo a média global de 85%, os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas sugeridas (especialmente da OEE, que serviu como medidor da gestão produtiva) permitiram alcançar índices satisfatórios dentro da empresa, demonstrando que o plano de ação elaborado pela equipe de melhoria contínua foi eficaz. Neste sentido, é válido ressaltar que se trata de um trabalho contínuo/constante e que as empresas, no mundo atual, devem sempre buscar o aperfeiçoamento de seus meios de produção e a excelência na qualidade de seus produtos.

Martins (2020) ressalta, por fim, que a maturidade dos operadores no chão de fábrica é um fator importante na identificação de problemas e na proposta de soluções. Este cenário apenas é possível através da constante monitorização da produção, a qual, ao nível do chão de fábrica, encoraja a equipa operacional a criar um senso de responsabilidade sob as suas próprias atividades, de modo a

sustentar e ajudar no alcance dos objetivos estratégicos promovidos pela organização.

CONCLUSÕES

47

Devido às grandes oscilações do mercado e a dificuldade em atender aos pedidos dos compradores, as indústrias, como a de autopeças, necessitam de constantes melhorias em sua produtividade a fim de aprimorar o atendimento e não acrescentar custos extras (frete, horas extras, problemas de não qualidade).

O foco principal dos trabalhos de melhoria contínua é manter a competitividade da empresa no mercado globalizado. Já para os colaboradores, há um enriquecimento de aprendizado e conhecimento, especialmente no que se refere ao desenvolvimento do hábito de se trabalhar em grupos, que poderá ser utilizado ao longo de sua carreira, grande ponto de valorização no mercado empregatício.

Todas as melhorias nos processos de trabalhos que resultem em facilidade para o colaborador, redução de tempo gasto na realização dos trabalhos, redução de custo para a empresa ou o aumento da qualidade é de extrema importância e deve ser registrada e divulgada a todos os colaboradores envolvidos. Assim, estes terão conhecimento das alterações e a empresa terá mais uma forma de motivar outros colaboradores a participar do processo.

Neste trabalho, procurou-se demonstrar algumas ferramentas que auxiliam na resolução de problemas e tomada de decisão. Nos resultados buscados, tem-se a OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) como um medidor eficaz de gestão produtiva, que possibilitou visualizar as perdas e controlar os ganhos do sistema de produção.

Com uma visão detalhada do processo produtivo, tornou-se mais fácil encontrar falhas no sistema e agir nos pontos que apresentavam problemas. Portanto, conclui-se que as ferramentas, assim como as equipes de melhoria contínua, são instrumentos de grande relevância para avaliar e favorecer a precisão do bom trabalho, oferecendo à empresa oportunidade de intervir no processo e subsidiar ações que garantam a eficácia e gerem o tão desejado aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

APOLINARIO, A. S. A.; SANTOS, J.; ALVES, M.; VERTUOSO, R.; JUNIOR, S. Impacto da gestão do posto de trabalho na produtividade: um estudo de caso. **Revista de Iniciação Científica Cippus**, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2017.

BRAZ, C. A.; CAZINI, J. **Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

COSTA, T. M. S. **Aplicação do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria de laticínios**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2010.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Tradução de Altair Flamarionklippel. Porto alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2018.

MARTINS, M. A. B. **Implementação e avaliação de uma ferramenta de monitoração da produção**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade do Minho, 2020.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MAZUR, I.; ROSA, A.; SILVA, A. M.; TANAKA, W. Y.; ZAMPINI, E. F. Monitoramento em tempo real do índice OEE: estudo de caso num processo de apoio a tomada de decisão. **SADSJ – South American Development Journal Society**, v. 4, edição especial 1, p. 223-243, 2018.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Educativos, 1989.

OLIVEIRA, B. R. **Avaliação de desempenho a partir da implementação e monitoramento de OEE**. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Departamento de engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

PIECHNICKI, A. S.; KOVALESKI, J. L. Roteiro de aplicação do MASP: em estudo de caso na indústria madeireira. **VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2011.

RAMOS, J. P. S.; MELLO, A. L. D.; BERNANDO JUNIOR, R. Adaptação do método OEE: uma proposta para avaliação do processo que antecede a produção. **Revista Acadêmica Contribuciones a la Economía**, v. julio, 2019.

ROSSI, N. P.; ANTUNES NETO, J. M. F. Análise do descarte de resíduos sólidos com tintas em uma empresa especializada em embalagens de papelão ondulado: estudo de caso. **Prospectus: Gestão e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 88-121, 2020.

SANTOS, P. V. S. Aplicação do *overall equipment effectiveness* no sistema produtivo de uma vinícola. **Revista Navus**, v. 10, p. 1-14, 2020.

SANTOS, L. S. **Otimização da utilização de ativos a partir do indicador de OEE**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação) – Escola de Engenharia, Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SANTOS, A. C. S. G.; SALVE, A. S.; FERREIRA, L. A. F.; RIBEIRO, I. M.; JI, C. M.; HORA, H. R. M. Indicador OEE e ferramentas da qualidade: uma aplicação integrada no processo de destilação de uma indústria de biotecnologia. **Revista Exacta**, v.17, n.2, p. 165-184, 2019.

SILVA, J. P. A. R. (2013). **OEE: a forma de medir a eficácia dos equipamentos.** Disponível em: <https://www.doccity.com/pt/oe-forma-de-medir-eficacia-equipamento/4749355/>. Acesso em: 12 set. 2019.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.