

Análise e proposição de melhorias da eficiência das máquinas da linha de solda em uma fábrica de elevadores usando o indicador OEE

Autor: Bruna Rainone Longhi

B.longhi@edu.pucrs.br, PUCRS, Brasil

Orientador: Jairo José de Oliveira Andrade

Jairo.andrade@pucrs.br, PUCRS, Brasil

Resumo: O presente trabalho foi realizado em uma fábrica do ramo de elevadores, que apresentou necessidade de melhorias na linha da solda. Foi identificado que o Indicador de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) das cabines de solda possuía a menor média se comparada com as outras máquinas do setor de transformação mecânica. Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência de uma cabine de solda e propor ações de melhorias para ela. O estudo foi conduzido seguindo o método DMAIC, e em cada uma das cinco etapas foram usadas as ferramentas propostas pelo método. Foi identificado que o fator que mais impactava o indicador OEE era o de Disponibilidade, então procurou-se analisar mais a fundo tal fator. Os resultados evidenciaram as potenciais causas raízes para o problema identificado, como os materiais muito pesados, e a falta de padronização no apontamento, e a partir disso foi possível elaborar um plano de ação e um plano de controle para garantir que as melhorias propostas fossem mantidas.

Palavras-chave: OEE, DMAIC, Disponibilidade, *Performance* e Cabines de Solda.

1. Introdução

O mercado tem exigido um esforço cada vez maior das empresas de manufatura em suas entregas, cuja competitividade das empresas depende da disponibilidade e produtividade de seus recursos de produção. Para se destacar frente a outras empresas, torna-se necessário utilizar os recursos disponíveis da maneira mais eficiente possível, de forma a minimizar as perdas e obter uma elevada capacidade produtiva (BUSSO; MIYAKE, 2013).

A competitividade entre empresas é um dos fatores que faz qualquer organização buscar melhorias dentro de seus processos, visando a redução de custos e, com isso, a obtenção de uma rentabilidade superior à concorrência (SEGISMONTI et al., 2019). Diante deste cenário, uma maneira de aumentar a produtividade da empresa está relacionada à melhoria da eficiência dos equipamentos industriais, através do Indicador de Eficiência Global dos Equipamentos - OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), proposto pela metodologia TPM – *Total Productive Maintenance* (HANSEN, 2001). O indicador OEE é calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, *Performance* e Qualidade, e deve-se buscar um valor de referência de OEE de 85% como meta ideal para os equipamentos (MARINATO et al., 2021).

O indicador OEE auxilia na obtenção de melhorias significativas na produtividade e eficiência da empresa, através da redução das irregularidades do processo, do aumento da

disponibilidade dos equipamentos e de um melhor desempenho do equipamento em relação à velocidade de processamento, além de reduzir a produção de produtos não conformes. Este indicador pode também ser usado como uma métrica para o nível de confiança do sistema de produção, pois quanto maior ele for, menor será o nível de falhas do processo (PINTO, 2012).

O presente estudo foi realizado em uma fábrica do ramo de elevadores situada na cidade de Guaíba, onde foi analisado o setor de transformação mecânica. O setor de transformação da fábrica é composto majoritariamente por quatro postos: corte laser, dobra, solda mig e mag, e pintura. No processo de solda manual os soldadores recebem os conjuntos a serem soldados já separados conforme a ordem de produção indica, e soldam a peça com auxílio de uma tocha. No processo de soldagem com robôs, o operador programa o robô para soldar a peça necessária e então ele acompanha o processo através de um televisor localizado fora da cabine. O processo de soldagem manual é realizado dessa maneira há cerca de 10 anos e os robôs foram implementados na fábrica há 3 anos para aumento da eficiência do processo. Atualmente o indicador OEE das máquinas da linha de solda é o menor entre as máquinas de transformação, possuindo um percentual médio de 60%, conforme monitoramento realizado pela empresa. Verifica-se que há uma oportunidade de melhoria desse indicador, o qual impacta diretamente na produtividade das outras máquinas do setor, bem como nas entregas da fábrica.

Frente a isso, surge a questão de pesquisa: como aumentar a eficiência das máquinas da linha de solda para que se tenha um aumento na produtividade do setor de transformação da empresa? Para respondê-la, este estudo tem como objetivo geral analisar a eficiência de uma cabine de solda e conseqüente proposição de melhorias. Já os objetivos específicos são: (i) conduzir uma avaliação parcial dos três componentes do indicador OEE: Disponibilidade, *Performance* e Qualidade; (ii) identificar quais são as principais perdas no processo da linha de solda; e (iii) gerar uma proposta preliminar de melhorias do indicador OEE.

Estas não são problemáticas exclusivas da fábrica analisada. Os estudos de Pinto (2012) e Aguiar (2019) também se aprofundaram no ganho de produtividade na fabricação de elevadores. No trabalho de Pinto (2012) foi implementada a metodologia TPM em uma empresa de produção de elevadores, e foram obtidos ganhos substanciais para a empresa, visto que ela passou a ter um sistema captação de dados confiável. Já os resultados obtidos no estudo de Aguiar (2019) levaram a um aumento da produtividade através de gestão visual, reestruturação do fluxo de informação e materiais, assim como da agilização dos processos de troca de ferramentas no processo de corte e quinagem de uma fábrica.

Para as delimitações de pesquisa, considera-se que (i) a análise é exclusiva para a linha de solda da empresa estudada e as variáveis não permitem generalizar os resultados; (ii) este

estudo não abrange a implementação das melhorias propostas, (iii) a ferramenta 5W2H não foi utilizada em sua totalidade, visto que não foram analisados os custos envolvidos no processo e (iv) a análise foi realizada durante o período de abril à agosto de 2021.

Este estudo está estruturado em quatro seções: a primeira apresenta o contexto em que o estudo foi desenvolvido, seus objetivos e delimitações. A caracterização da pesquisa e o método de trabalho utilizado para a elaboração do estudo foram expostos na segunda seção. Na terceira seção, constam os resultados obtidos, dispostos segundo as etapas propostas no método de trabalho. Por fim, na quarta seção, foram discriminadas as considerações finais a respeito deste estudo.

2. Método

2.1. Método de pesquisa

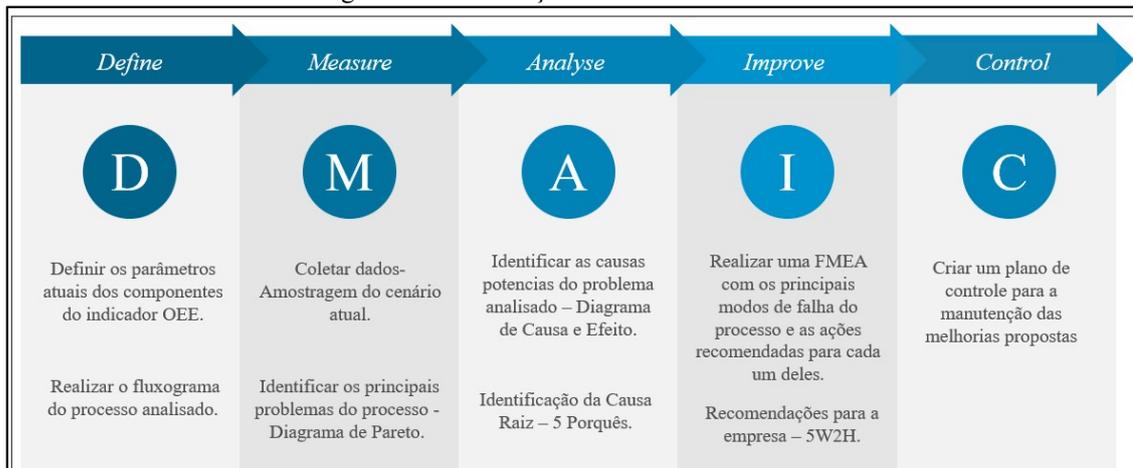
Este trabalho é de natureza aplicada, devido ao seu caráter prático em analisar a eficiência das máquinas da linha de solda a fim de propor melhorias para o indicador OEE das mesmas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A abordagem da pesquisa é quali-quantitativa, pois buscaram-se informações e dados do problema com o intuito de analisá-lo e a partir disso propor melhorias. Essa abordagem inicia com uma fase qualitativa necessária para identificar o problema, e então é aplicada a fase quantitativa, que requer a análise dos dados e compreensão do problema (MARCONI; LAKATOS, 2003).

O tempo é classificado como transversal, pois no estudo foi analisado apenas um curto período. O presente trabalho é um estudo de caso, pois ele investigou um fato específico do contexto da manufatura onde procurou-se entender detalhadamente o processo de solda da empresa e os principais problemas envolvidos (YIN, 2015). Além disso, o estudo visa o aumento da eficiência das máquinas, revelando seu caráter de objetivo exploratório (DALFOVO et al., 2008).

2.2. Método de trabalho

No método de trabalho utilizou-se o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve Control*), um método com passos bem definidos para a resolução de problemas com foco na melhoria contínua. É um procedimento relevante na aplicação do *Lean Six Sigma*, composto por cinco etapas: (i) *define* (definir); (ii) *measure* (medir); (iii) *analyse* (analisar); (iv) *improve* (melhorar) e (v) *control* (controlar) (CARVALHO; PALADINI, 2013). Na Figura 1, está apresentada a estrutura das etapas e as ferramentas utilizadas no presente trabalho, cuja descrição encontra-se apresentada na sequência.

Figura 1 – Estruturação do Método de Trabalho



Fonte: adaptado de Werkema (2012)

2.2.1. Definir (*Define*)

A primeira etapa do método consiste em entender o problema que será avaliado, identificando quais são os processos mais críticos que não estão gerando os resultados esperados. Nesta etapa é necessário definir qual a relação existente entre os fornecedores e os clientes do processo, objetivando identificar oportunidades de melhoria (MATOS, 2003).

Com objetivo de definir os parâmetros dos componentes do indicador OEE, procurou-se entender como é calculado cada um dos componentes: Qualidade, Disponibilidade e *Performance*, visando entender como cada um deles afeta o resultado final do indicador. A Qualidade mede a relação da produção de produtos conformes pelo total de produtos produzidos; a Disponibilidade mede perdas por paradas não programadas e a *Performance* mede perdas em relação a não utilização da capacidade produtiva do equipamento (DE LIMA; et al., 2020). Na Figura 2 está apresentado o resumo do cálculo do OEE.

Figura 2 – Resumo do cálculo do OEE



Fonte: Castro (2016)

Com o intuito de entender a sistemática da linha de solda, foi elaborado um fluxograma do processo. Esse fluxograma foi desenvolvido por uma equipe envolvendo o líder da solda, um operador e um funcionário da área de PCP – Programação e Controle da Produção. A empresa possui como princípio a filosofia do *Lean*, e o *layout* da linha de solda, bem como o processo em si já foi alterado algumas vezes, visando sempre a melhoria contínua. O fluxograma é uma ferramenta de representação visual do processo e permite identificar pontos onde podem ocorrer problemas (SELEME, 2012).

2.2.2. Medir (*Measure*)

Na etapa *Measure*, ocorre a determinação da localização ou foco do problema. É necessário decidir entre a coleta de novos dados ou a utilização de dados já existentes na empresa (WERKEMA, 2012). Os dados representam a base para tomada de decisões confiáveis e para garantir isso é necessário se basear nos conceitos de repetitividade e reprodutibilidade com a finalidade de determinar se o sistema de medição é apropriado (MATOS, 2003). Durante a análise de qualquer problema é essencial ter cuidado especial com a coleta de dados (WERKEMA, 2016). No presente estudo, o objetivo da coleta de dados está relacionado à análise do desempenho dos equipamentos em busca da melhoria contínua. Foram utilizados dados já existentes na empresa referentes ao período de abril à agosto de 2021, a fim de realizar uma amostragem do cenário atual das máquinas da linha de solda, objetivando identificar em qual dos três pilares do indicador OEE está o maior impacto no desempenho das máquinas (CORRER; DOS SANTOS SOUSA, 2016).

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta que contém informações dos pontos nos quais serão necessários concentrar os maiores esforços, cujos mesmos representam as principais oportunidades de melhoria (ROTONDARO, 2002). Foi utilizado o Diagrama de Pareto para identificar qual o componente de cálculo do OEE que mais impacta no percentual final do indicador e quais são as principais perdas do processo da solda, a fim de analisá-las e sugerir tratativas para a redução das mesmas.

2.2.3. Analisar (*Analyse*)

Após coletados os dados, passa-se então à terceira etapa do método DMAIC, onde são analisados os dados relativos ao processo em estudo, com o objetivo de entender a relação entre as fontes de variabilidade do processo e o desempenho negativo do mesmo (MATOS, 2003). Nesta etapa, são determinadas as causas que contribuem para o baixo desempenho do processo para identificar as causas potenciais do problema.

O Diagrama de Causa e Efeito, também chamado de Diagrama de Espinha de Peixe, por possuir um aspecto semelhante a tal denominação, é utilizado para identificar as causas que influenciam nos desvios do processo. Para cada efeito ou perda, existem causas que devem ser agrupadas em seis categorias, conhecidas como os “6Ms”: matéria-prima, mão de obra, máquina, meio ambiente, medição e método. Entretanto, nem todos os processos ou problemas englobam todas as seis categorias propostas originalmente. Dessa forma, é necessário avaliar quais delas estão presentes no processo para a identificação das principais causas do problema (CARVALHO; PALADINI, 2013).

Para a identificação da causa raiz do problema foi utilizada a técnica dos 5 porquês. Essa técnica é considerada simples, pois propõe a pergunta “por quê” cinco vezes, buscando aprofundar a análise até encontrar a causa fundamental do problema. Quando a causa raiz é eliminada, há uma grande probabilidade de que o problema não ocorrerá novamente. Não é necessário realizar todas as cinco perguntas, pois é possível que a causa raiz seja encontrada antes de chegar na última pergunta (SELEME, 2012). Neste estudo, a técnica dos 5 porquês foi utilizada para encontrar a causa raiz da baixa eficiência das máquinas da linha de solda.

2.2.4. Melhorar (*Improve*)

Na etapa *Improve* é determinado o que foi realizado para reduzir o nível de defeitos do processo. Também é nessa etapa que ocorre a mudança do processo através da proposição de melhorias, objetivando a redução ou até mesmo a eliminação da ocorrência dos problemas (BRAITT; FETTERMANN, 2014).

Nesta etapa, utilizou-se a análise FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*) para elencar os principais modos de falha do processo e as ações recomendadas para eliminar as causas prováveis de cada um deles. A FMEA é um método de análise que consiste em compreender e analisar as possíveis chances de um processo falhar, e com a sua utilização é possível corrigir potenciais falhas em processos. A aplicação da FMEA consiste em identificar os modos de falha do processo analisado, seus efeitos e suas causas, e então, a partir disso, definir quais as ações recomendadas para diminuir ou eliminar as chances de cada falha ocorrer (ROOS *et al.*, 2007). No presente trabalho foi utilizada a análise FMEA de processo, na qual foram elencadas as principais etapas do processo de solda.

A FMEA é um método que tem como objetivo identificar possíveis falhas do produto ou processo e analisar as suas causas para que, posteriormente, sejam categorizadas pela sua importância e, então, seja feito o plano de ação para melhoria. A realização do processo mostra que um dos principais pilares do produto é a qualidade, diminuindo a quantidade de falhas

(DOYLE, 2019). Durante a construção da FMEA é necessário levar em consideração os índices Severidade, Ocorrência e Detecção, que devem ser classificadas em índices numéricos variando de 1 a 10. A definição de cada um dos índices está apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Índices da FMEA

| Índices da FMEA | Definição |
|-----------------|--|
| Severidade | Qual é a gravidade da falha ? |
| Ocorrência | Qual é a frequência da causa da falha? |
| Detecção | Qual é a chance de detectar o modo de falha? |

Fonte: adaptado de Palady (2004)

Os valores dos índices, uma vez definidos, são então multiplicados para calcular o NPR - Número de Prioridade de Risco. Quanto maior for o valor do NPR, mais atenção deverá ser dada para o modo de falha. E a partir disso são geradas ações recomendadas para reduzir a probabilidade de ocorrência de cada um dos modos de falha.

Na sequência, utilizou-se a ferramenta 5W2H para elaboração de um plano de ação para implementação das ações recomendadas definidas na FMEA. O objetivo principal dessa ferramenta é organizar o planejamento de todas as tarefas a serem executadas, assegurando a sua implementação. A mesma é elaborada seguindo sete perguntas: o que será feito? (*What?*); por quem será feito? (*Who?*); onde será feito? (*Where?*); quando será feito? (*When?*); por que será feito? (*Why?*); como será feito? (*How?*); e quanto custa? (*How Much?*) (GROSELLI, 2014). Neste estudo, não foi usada a última etapa (*How Much?*), pois não foram considerados os custos do processo. Com ela, objetivou-se propor um plano de ação e apresentar para a empresa as recomendações do ponto de vista da autora a partir da análise de todo o processo.

2.2.5. Controlar (*Control*)

A última etapa do método DMAIC consiste na avaliação do alcance da meta proposta, com o objetivo de monitorar os resultados obtidos após a implementação das soluções geradas (WERKEMA, 2012). Na etapa *Control*, é necessário controlar o desempenho do processo ao longo do tempo, padronizar as alterações realizadas no processo e definir um plano de ações preventivas caso surjam problemas no processo (DE HOLANDA *et al.*, 2013).

No presente trabalho foi criado um plano de controle para a manutenção das melhorias propostas, as quais foram desenvolvidas na etapa de *Improve*. O plano de controle foi criado para garantir a manutenção das soluções sugeridas para a cabine de solda com o indicador OEE mais baixo, a qual possuía as maiores oportunidades de melhoria. Ele foi desenvolvido e apresentado em reunião junto ao Supervisor da área de Transformação Mecânica da fábrica e o Líder da Solda, como parte final e como proposta para uma possível implementação futura.

3. Resultados

3.1. Definir (*Define*)

O presente estudo teve como foco uma empresa multinacional do segmento de elevadores, na qual o sistema de medição do OEE já é amplamente utilizado nas máquinas de transformação mecânica. Nesta etapa, foi necessário entender como são calculados cada um dos componentes do indicador OEE na literatura e confrontar com o cálculo realizado pelo Sistema OEE da empresa em análise. Na Figura 3 estão representados os cálculos de cada um dos componentes do indicador.

Figura 3 – Quadro comparativo cálculo OEE

| Componentes | OEE Segundo Hansen (2001) | OEE segundo a empresa analisada |
|------------------------|---|--|
| Disponibilidade (D) | $D = \frac{\text{Tempo em Operação Real}}{\text{Tempo Programado para Produzir}} * 100$ | $D = \frac{\text{Tempo em Operação Real}}{\text{Tempo Programado para Produzir}} * 100$ |
| <i>Performance</i> (P) | $P = \frac{\text{Tempo de Ciclo Real}}{\text{Tempo de Ciclo Padrão}} * 100$ | $P = \frac{\text{Horas de Apontamento Realizadas}}{\text{Horas Totais de Trabalho}} * 100$ |
| Qualidade (Q) | $Q = \frac{\text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{Quantidade Total Produzida}} * 100$ | Q = 1 |

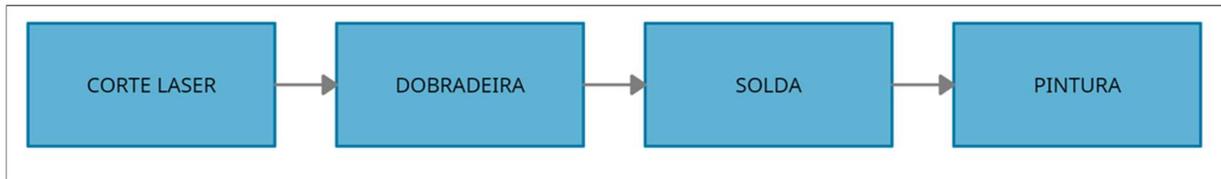
Fonte: elaborado pela autora (2021)

As adaptações da empresa foram feitas no cálculo da *Performance* (P) e da Qualidade (Q). No cálculo da *Performance* (P), são consideradas as horas de apontamento realizadas pelos operadores divididas pelas horas totais de trabalho, pois através desse cálculo é mensurado o tempo total justificado para a máquina não estar operando. Assim, é possível identificar pontualmente cada justificativa e mensurar seus impactos no processo.

Já no cálculo da Qualidade (Q), é considerado sempre 1 ou 100%, pois o custo envolvido para vincular a quantidade de peças não conformes produzidas com o sistema da empresa é muito alto. Além disso, considera-se que as peças soldadas não passam por um processo de inspeção de qualidade, após soldadas elas seguem diretamente para o próximo posto. Então, somente é possível identificar a não conformidade das peças no posto da pintura, ou até mesmo no processo de montagem final do elevador.

Especificamente no processo de solda, é muito difícil de ocorrer um erro na hora de soldar a peça, pois todos os operadores da linha precisam ter um curso de soldagem para executar tal processo, e todos eles já estão há um certo tempo na empresa então possuem experiência na área. A empresa então optou por não contabilizar esse fator no cálculo de eficiência das máquinas. O processo de transformação analisado está representado através da Figura 4, iniciando nas máquinas de corte laser e finalizando na pintura.

Figura 4 – Fluxograma processo de transformação mecânica



Fonte: elaborado pela autora (2021)

O processo de solda, representado através da Figura 5, é composto por dois centros de trabalho de soldagem manual e três centros de soldagem operados a partir de robôs automatizados. A solda manual 1 está alocada no primeiro turno e é composta por 6 cabines de solda manual, onde em cada cabine opera um soldador. A solda manual 2 está alocada no segundo turno e é composta por 2 cabines de solda manual também operadas por apenas um soldador cada. Cada centro de soldagem automatizado possui um operador para programar o robô e acompanhar o processo, certificando-se que o mesmo será executado da maneira correta.

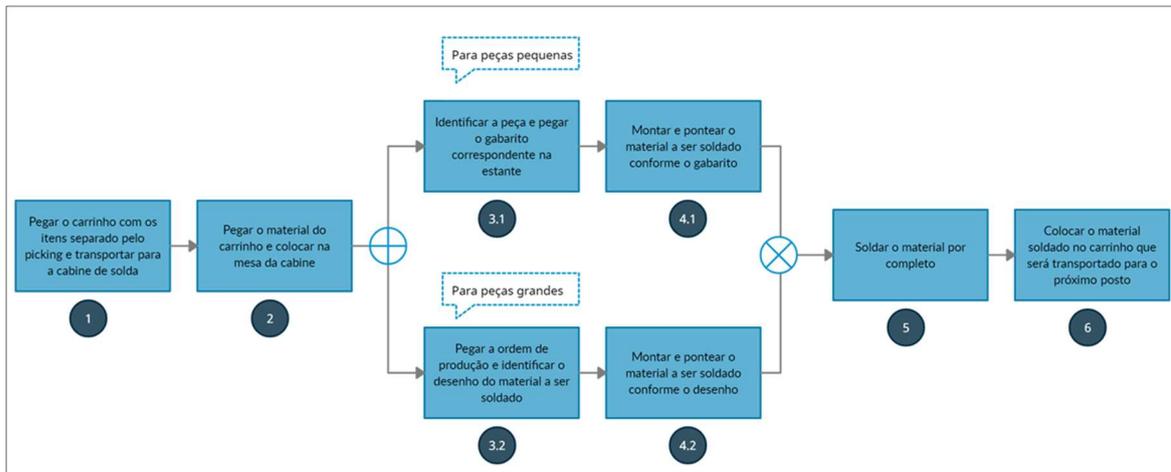
Figura 5 – Composição do processo solda



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Neste presente estudo, foi analisada apenas o centro de solda manual 1, pois ele está alocado no primeiro turno de trabalho e possui oportunidades de melhoria do indicador OEE. A meta estipulada pela empresa do indicador OEE das cabines de solda manual é de 50%, justamente por ser um processo manual e não operado por máquinas. O processo de soldagem manual é realizado por um soldador em cada cabine, que utiliza uma tocha para soldar as peças, conforme está apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma processo de soldagem manual



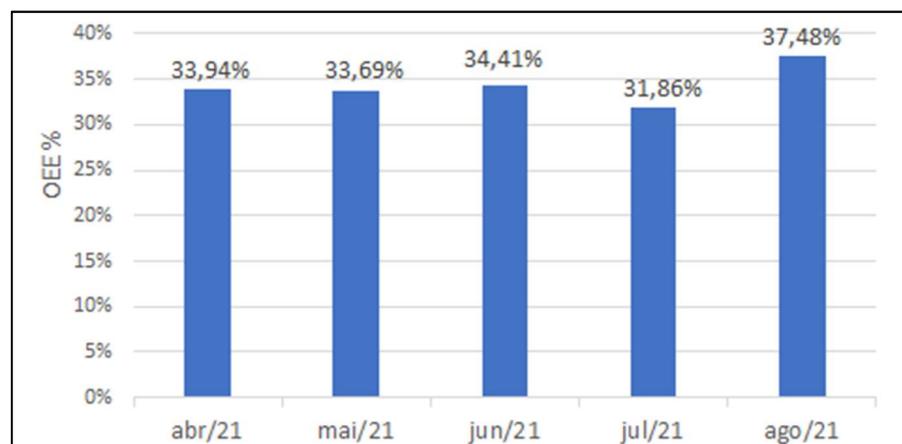
Fonte: elaborado pela autora (2021)

Os conjuntos a serem soldados podem ser pequenos ou grandes, e dependendo do tamanho, eles seguem um processo diferente. As peças pequenas são as peças de poço e caixas de corrida, e as peças grandes são as peças estruturais, como os pisos e os tetos. Após o material ser soldado ele é encaminhado para o próximo posto, que é a pintura.

3.2. Medir (*Measure*)

Na etapa *Measure* foi utilizado o banco de dados já existente na empresa, e que pode ser acessado diretamente através da intranet. Na etapa anterior, foi definido que o estudo seria focado nas cabines de solda manuais. Assim, foram coletados os dados do OEE das cabines de solda manual 1 referente aos meses de abril à agosto de 2021, apresentados na Figura 7.

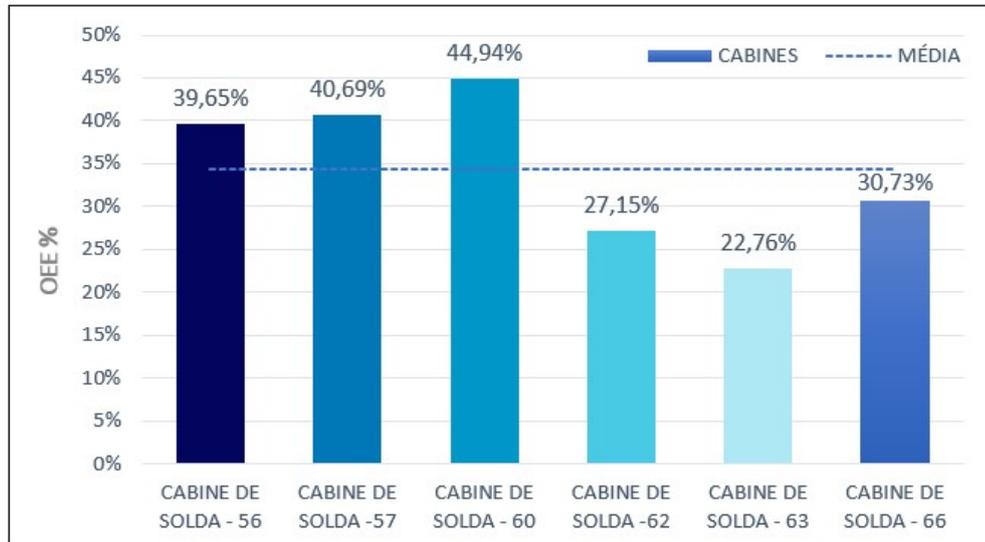
Figura 7 - OEE da Solda Manual 1



Fonte: elaborado pela autora (2021)

A partir dos percentuais dos 5 meses apresentados, foram coletados dados das médias desse período para cada uma das 6 cabines de solda manual 1, conforme mostrado na Figura 8, a fim de identificar qual das cabines obteve os percentuais mais baixos do indicador OEE.

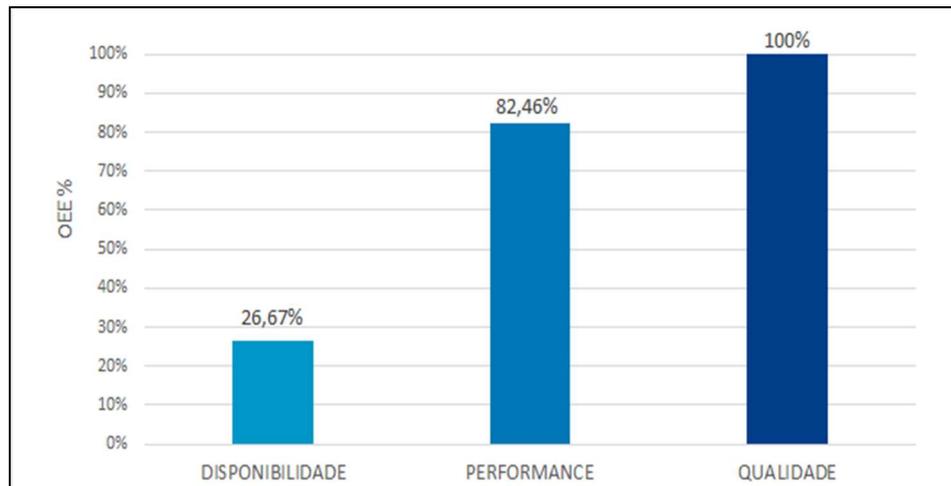
Figura 8 - OEE médio por cabine



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Como pode ser observado, das seis cabines de solda analisadas, a Cabine de Solda 63 foi a que apresentou o menor percentual de OEE, com 22,76%. Portanto, definiu-se que o aprofundamento do estudo do indicador OEE seria focado na cabine de solda 63. Cada uma das cabines é operada por um único operador, então podemos dizer que a eficiência de cada uma delas está atrelada à eficiência do operador correspondente. As três cabines com os menores percentuais médios de OEE são as cabines onde são soldadas as peças médias e grandes, e isso interfere na eficiência das mesmas. Pois quanto maior for a peça, mais difícil é de soldá-la. Na sequência, foi realizada a estratificação dos dados relacionados aos pilares do OEE (Qualidade, *Performance* e Disponibilidade), a fim de detectar qual dos pilares do OEE mais impactava no desempenho produtivo da cabine, conforme apresentado na Figura 9.

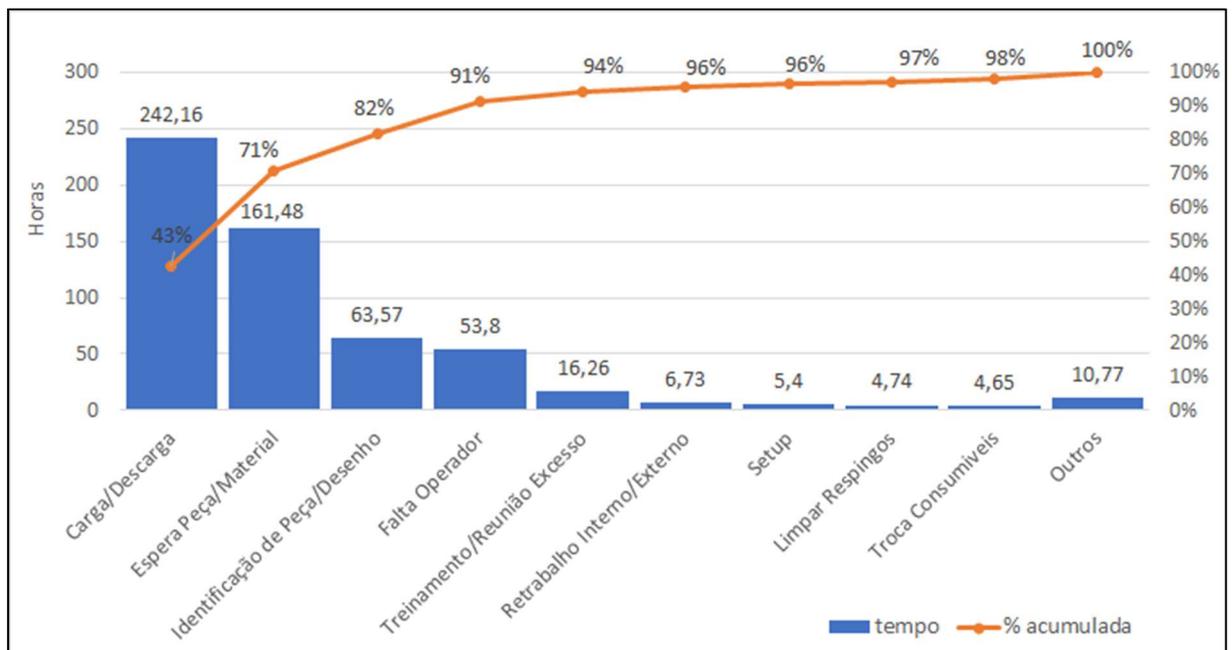
Figura 9 - Componentes do OEE da Cabine de Solda 63



Fonte: elaborado pela autora (2021)

O componente que mais impactou no desempenho produtivo da Cabine de Solda 63 foi o fator Disponibilidade, que são as paradas durante a produção, cuja média dos meses analisados resultou em 26,67%. Com a identificação de que a Disponibilidade obteve o menor percentual dentre os 3 pilares do OEE foi realizado um Diagrama de Pareto para analisar quais foram as paradas mais impactantes que causaram um índice de Disponibilidade tão baixo para essa cabine, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Diagrama de Pareto das Paradas não programadas



Fonte: elaborado pela autora (2021)

As três paradas que apresentaram maior tempo durante o período dos cinco meses analisados foram as atividades de Carga/Descarga de material com 242,16 horas, Espera de

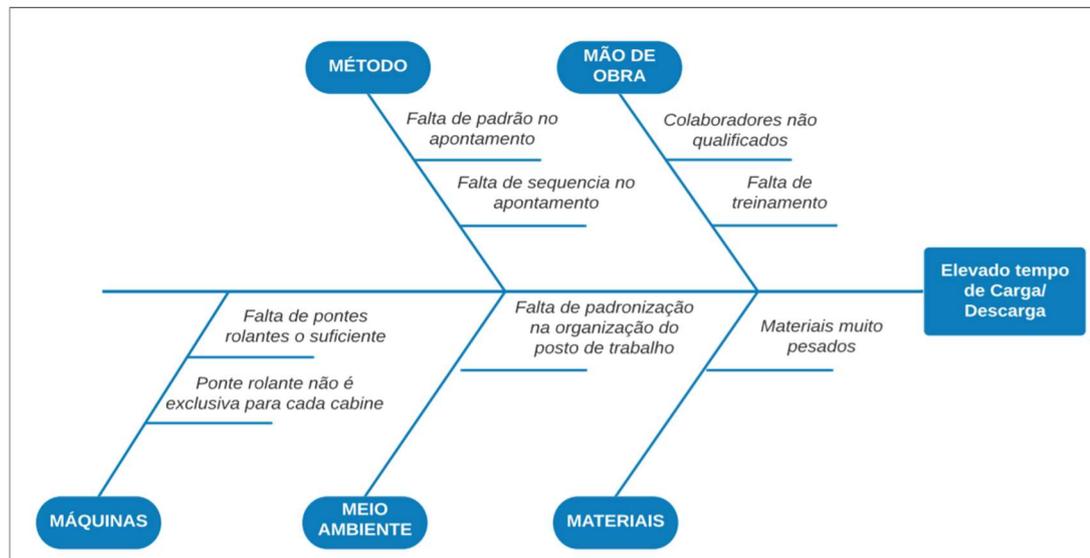
Peça/Material com 161,48 horas e Identificação de Peça/Desenho com 63,57 horas. Só essas três paradas já representam um percentual acumulado de 82%. No apontamento de Carga/Descarga é considerado o tempo que o operador gasta para pegar o material do carrinho e colocar na mesa da cabine de solda, e também quando a peça é finalizada e precisa ser inserida no carrinho para que seja enviada para o próximo posto. Essa atividade está representada nas etapas 2 e 6 do fluxograma da Figura 6.

A parada por Espera Peça/Material ocorre quando algum dos postos anteriores atrasa o material que deveria chegar na área da solda. Esses atrasos podem ocorrer por diversos motivos: material comprado que está no almoxarifado e ainda não foi enviado à fábrica; máquina do posto anterior quebrada; falta de operador nos postos anteriores e falta de matéria-prima. Essa parada pode ocorrer antes da etapa 1 no fluxograma da Figura 6. E o apontamento de Identificação de Peça/Desenho ocorre quando o operador pega a peça a ser soldada e precisa abrir o desenho no sistema, podendo demorar se tiver dificuldades de encontrar a peça ou se o sistema estiver lento. Essa atividade está representada nas etapas 3.1 e 3.2 do fluxograma da Figura 6. Como a atividade de Carga/Descarga representa 43% do percentual acumulado, ela foi definida como o foco das análises nas próximas etapas do estudo.

3.3. Analisar (*Analyse*)

Após a segregação dos dados da Cabine de Solda 63 foi possível entender melhor sobre o comportamento do processo de soldagem. Foi constatado que a Disponibilidade era o fator que mais impactava no indicador OEE e que havia uma quantidade muito alta de paradas não programadas que ocorrem durante o processo. Foi identificado que a atividade que mais impactava na Disponibilidade era a Carga e Descarga. A partir disso foi desenvolvido um Diagrama de Causa e Efeito para identificar as principais causas do tempo elevado da atividade de Carga e Descarga, que está apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Diagrama de Causa e Efeito - Carga e Descarga



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Com o Diagrama de Causa e Efeito é possível perceber que a parada de Carga/Descarga é muito impactada pelas peças grandes que contribuem com o tempo elevado dessa atividade. A Carga é o processo no qual o operador pega o material do carrinho e leva para a cabine de solda, e se o carrinho contém peças grandes, é necessário transportá-las com o auxílio da ponte rolante. O mesmo ocorre para a Descarga de peças grandes, onde também é necessário o auxílio da ponte rolante para retirar a peça da mesa de solda e colocá-la no carrinho para que seja enviada para o próximo posto. As pontes rolantes circulam na parte mais alta da fábrica transportando peças pesadas, que não são possíveis de serem transportadas manualmente. Há apenas uma ponte rolante para as seis cabines de solda manual, então se ela está sendo utilizada, é necessário esperar até que ela finalize o transporte e volte até a cabine de solda em questão.

Existem também as causas relacionadas aos apontamentos no coletor, que é um aparelho presente em cada uma das cabines, que recebe os dados para cálculo do OEE. O operador de cada cabine precisa sempre apontar as atividades que está realizando. Dessa forma, o coletor recebe os dados e os armazena na plataforma do sistema OEE. Tanto as paradas planejadas como as paradas não planejadas devem ser apontadas no coletor, conforme Figura 12.

Figura 12 - Relação de paradas por grupo

| Grupo | Paradas |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1) Paradas planejadas | Refeição (60 min) |
| | Parada Pessoal (20 min) |
| | Reunião Diária (15 min) |
| | Ginástica Laboral (15 min) |
| | Limpeza do Posto (15 min) |
| 2) Paradas não planejadas | Carga/Descarga de material |
| | Espera Peça/Material |
| | Identificação de Peça/Desenho |
| | Falta Operador |
| | Treinamento/Reunião Excesso |
| | Retrabalho Interno/Externo |
| | Setup |
| | Limpar Respingos |
| | Troca Consumíveis |
| Outros | |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

A medição do indicador OEE das cabines de solda manuais foi a última a ser implementada na fábrica e, portanto, o apontamento das atividades no coletor é algo que ainda precisa ser incorporado na rotina de alguns operadores, principalmente os mais antigos que precisam se adaptar à essa mudança, e também aos novos colaboradores que ainda estão aprendendo. Por se tratar de uma operação manual, torna-se mais difícil apontar todas as paradas realizadas durante um turno de trabalho, pois muitas vezes o operador precisa manusear a peça e apontar a atividade que está realizando ao mesmo tempo. Na Figura 13 está representado o Quadro Resumo da descrição das causas encontradas no Diagrama de Pareto.

Figura 13 - Quadro Resumo - Causa X Descrição Sumária

| Causa | Descrição Sumária |
|---|--|
| Falta de padrão no apontamento | Colaboradores as vezes não apontam todas as paradas realizadas durante o turno de trabalho |
| Falta de sequencia no apontamento | Colaboradores as vezes apontam a parada errada no coletor |
| Colaboradores não qualificados | Falta conhecimento para apontar as paradas no coletor |
| Falta de treinamento | Colaboradores não receberam treinamento necessário para apontar as paradas no coletor |
| Falta de pontes rolantes o suficiente | A necessidade de utilização das pontes rolantes é maior do que a quantidade disponível |
| Ponte rolante não é exclusiva para cada cabine | Só há uma ponte rolante para as seis cabines de solda manual |
| Falta de padronização na organização do posto de trabalho | Posto de trabalho bagunçado, impossibilitando a agilidade na atividade de carga e descarga |
| Materiais muito pesados | Materiais muito pesados não podem ser transportados manualmente e precisam do auxílio de pontes rolantes |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

A partir do Diagrama de Causa e Efeito, foi realizada uma reunião com o líder da solda e alguns analistas do setor, e das causas encontradas no Diagrama foi constatado que duas delas eram mais relevantes e contribuíam significativamente para o elevado tempo de carga e

descarga: Materiais muito pesados e a Falta de padrão no apontamento. Então, foi aplicada a ferramenta dos 5 Porquês para cada uma das causas com o objetivo de identificar a causa raiz das mesmas. A análise dos 5 Porquês em relação aos materiais muito pesados (Causa 1) está apresentada na Figura 14, e a análise considerando a falta de padrão no apontamento (Causa 2) está apresentada na Figura 15.

Figura 14 - Porquês para a Causa 1

| | |
|-------------------|---|
| Porquê 1 | 1) Por que materiais pesados resultam em maiores tempos de transporte? |
| Resposta 1 | Porque não é possível transportá-los manualmente |
| Porquê 2 | 2) Por que não é possível transportá-los manualmente? |
| Resposta 2 | Porque é necessário transportar através de pontes rolantes e o processo é demorado |
| Porquê 3 | 3) Por que o transporte através de pontes rolantes é demorado? |
| Resposta 3 | Porque só há uma ponte rolante para as seis cabines de solda manual |
| Porquê 4 | 4) Por que só há uma ponte rolante para as seis cabines de solda manual? |
| Resposta 4 | Porque não há espaço suficiente para mais de uma ponte rolante circular ao mesmo tempo |
| Porquê 5 | 5) Por que não há espaço suficiente para mais de uma ponte rolante circular ao mesmo tempo? |
| Resposta 5 | Porque quando o layout foi elaborado, não foi pensado nisso |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Figura 15 - Porquês para a Causa 2

| | |
|-------------------|---|
| Porquê 1 | 1) Por que não há padronização no apontamento? |
| Resposta 1 | Porque os operadores não seguem a sequência de apontamento correta |
| Porquê 2 | 2) Por que os operadores não seguem a sequência de apontamento correta? |
| Resposta 2 | Porque os operadores não estão acostumados a realizar os apontamentos |
| Porquê 3 | 3) Por que os operadores não estão acostumados a realizar os apontamentos? |
| Resposta 3 | Porque a medição do indicador OEE é recente nas cabines de solda manual |
| Porquê 4 | 4) Por que a medição do indicador OEE é recente nas cabines de solda manual? |
| Resposta 4 | Porque a medição do OEE foi inicialmente implementada nas máquinas de transformação |
| Porquê 5 | 5) Por que a medição do OEE foi inicialmente implementada nas máquinas de transformação? |
| Resposta 5 | Porque nos processos manuais é mais difícil de apontar as atividades enquanto as peças são manuseadas |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Foi identificada como causa raiz da demora no transporte dos materiais muito pesados a falta de espaço para circulação de mais de uma ponte rolante, resultado de uma má elaboração no *layout* da área da solda. E para a falta de padrão no apontamento, foi identificada como causa raiz o fato de o processo de solda ser manual e ser mais difícil de apontar as atividades enquanto as peças são manuseadas. Como seria muito difícil obter aprovação em uma proposta de alteração no *layout*, optou-se por seguir com a causa raiz relacionada aos apontamentos, pois é

algo que pode ser solucionado de maneira mais simples e trará grandes melhorias para o indicador OEE da empresa.

3.4. Melhorar (*Improve*)

Após a etapa de Análise, passa-se à etapa de Melhorias onde foi realizada a análise FMEA, com o objetivo de elencar os principais modos de falha do processo e as ações recomendadas para cada um deles. Na FMEA são analisadas as etapas envolvidas na atividade de Carga e Descarga dentro do processo de solda da Cabine 63, que está apresentada no Apêndice A. Dos seis diferentes modos de falha encontrados nas etapas analisadas, três deles obtiveram os valores mais elevados de NPR e estão listados na Figura 16.

Figura 16 - Modos de falha com maior NPR

| Nº | Modo de falha potencial | NPR |
|----|---|-----|
| 1 | Esquecer de apontar o início da atividade | 256 |
| 2 | Finalizar os 30 segundos de "tempo morto" e não ter finalizado a montagem da peça | 144 |
| 3 | Colocar a atividade errada no coletor | 140 |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Com o valor de NPR de 256, o modo de falha de esquecer de apontar o início da atividade no coletor representa a maior preocupação durante o processo analisado, pois é o NPR mais elevado da FMEA, e ele pode ocorrer em mais de uma etapa do processo. Esse modo de falha apresentou um índice muito elevado de Ocorrência pois o processo de apontamento das paradas no coletor é algo relativamente recente no processo de solda manual, os colaboradores ainda não incorporaram totalmente isso em suas rotinas e muitas vezes acabam esquecendo de apontar as atividades no coletor.

O segundo maior NPR foi identificado o modo de falha relacionado ao período de “tempo morto” que ocorre assim que a peça a ser soldada é posicionada na mesa da cabine e o operador precisa montar ela conforme o gabarito ou conforme o desenho. Porém, ele possui somente 30 segundos para montá-la para depois começar a soldá-la. Se o operador ultrapassar esses 30 segundos (“tempo morto”) montando a peça, o coletor automaticamente irá apontar como “máquina parada” e então, o operador tem duas escolhas: ou ele solta a peça que já estava pronta para ser soldada e vai até o coletor apontar “máquina em operação” e então volta para soldar a peça; ou ele simplesmente começa a soldar a peça, porém o tempo de soldagem da peça será contabilizado como “máquina parada” no sistema do OEE.

Para esse modo de falha, já estava sendo realizado um projeto de melhorias por parte da empresa no qual o “tempo morto” foi alterado para 1 minuto e 30 segundos. Como forma de

teste, essa alteração foi inicialmente aplicada nas Cabines de Solda 57 e 66 para posterior coleta de dados e verificação se de fato o indicador OEE delas iria aumentar. O teste inicial foi realizado nessas duas cabines, pois nas mesmas são soldadas as peças maiores, as quais eram as mais impactadas com o “tempo morto” de apenas 30 segundos. Os dados de setembro de 2021 foram coletados e para a Cabine de Solda 57 foi verificado um aumento de 28,04% no OEE, e um aumento de 27,92% para a Cabine de Solda 66. Portanto, espera-se também uma melhoria significativa nas demais cabines de solda, incluindo a Cabine de Solda 63.

Em relação ao terceiro modo de falha com NPR igual a 140, relacionado ao apontamento da atividade errada no coletor, impacta diretamente na apuração incorreta dos dados para cálculo do indicador OEE. Esse modo de falha não tem uma probabilidade tão alta de ocorrer, mas possui um índice de Severidade alto, pois se ele vier a ocorrer impactará diretamente o OEE, e irá, de certa forma, mascarar os dados. Pois o operador pode, por exemplo, apontar a parada por “Espera de Peça/Material” quando deveria apontar a parada por “Carga/ Descarga”. Esse modo de falha é ocasionado pela falta de treinamento nos apontamentos no coletor, visto que os colaboradores só recebem um treinamento básico quando entram na empresa.

Para os modos de falha 1 e 3 foi utilizada a ferramenta 5W2H para elaboração de um plano de ação com o objetivo de mapear as recomendações sugeridas à empresa para que fosse possível alcançar o cenário almejado, e cujos resultados constam na Figura 17. O modo de falha 2 não foi incluído no 5W2H pois as melhorias já estavam sendo implementadas na empresa. Fora o plano de ação, também foi sugerido para a empresa uma alternativa para registro dos apontamentos, utilizando o comando de voz ao invés de apontamentos de forma manual, para que facilitasse a usabilidade de coletor.

Figura 17 - Ferramenta 5W2H das sugestões de melhoria

| Modo de falha | <i>What?</i> | <i>Who?</i> | <i>Where?</i> | <i>When?</i> | <i>Why?</i> | <i>How?</i> |
|---|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Esquecer de apontar o início da atividade | Reforço da importância do apontamento das paradas no coletor | Lider do processo de solda | Reunião de Gerenciamento Diário (GD) | Diariamente | Motivação da equipe para obter um resultado de OEE compatível com o processo real | Cobrar o apontamento das paradas no coletor nas reuniões diárias, junto aos operadores da solda |
| | Reunião de acompanhamento da <i>Performance</i> dos apontamentos | Lider do processo de solda e Supervisores da Produção | Sala de Reuniões | Mensal | Revisão da <i>Performance</i> do Apontamento | Análise de dados do pilar de <i>Performance</i> do Indicador OEE para mensurar os apontamentos |
| Colocar a atividade errada no coletor | Treinamento anual de reciclagem de apontamentos no coletor | Departamento de Melhorias de Processos (<i>Lean</i>) e Liderança da operação | Auditório | Anual (Iniciando em Janeiro de 2022) | Aumento no tempo real de operação (Disponibilidade) | Aprimoramento dos conhecimentos dos apontamentos através da aplicação prática |

3.5. Controlar (*Control*)

A última etapa do método consistiu na criação de um plano de controle para garantir que as melhorias propostas no 5W2H sejam mantidas. Para a ação de reforço da importância do apontamento das paradas no coletor foi criado um plano de controle através de um documento compartilhado no Google Drive, onde está contida uma planilha automatizada. Após cada reunião diária a planilha é preenchida automaticamente com as informações daquele dia específico, conforme exemplo apresentado na Figura 18. Esse controle é feito de maneira automática para garantir que os dados sejam preenchidos todos os dias, evitando o esquecimento, o que poderia ocorrer caso o processo fosse realizado manualmente.

Essa ação está ligada à melhoria no percentual de Disponibilidade, portanto o líder deverá apresentar o percentual do dia anterior referente à Cabine de Solda 63 e realizar comentários a respeito do número. O documento também conta com o *status* da ação, se ela está em andamento, concluída ou não foi realizada naquele dia.

Figura 18 - Plano de controle - Reforço da importância do apontamento das paradas no coletor

| Plano de controle - Reforço da importância do apontamento das paradas no coletor | | | | |
|--|--------------------------------|------------|----------------|--------------|
| Ação | Disponibilidade % dia anterior | Data | Responsável | Status |
| Reforço no GD | 39,40% | 01/11/2021 | Líder da Solda | Em andamento |
| | | | | |
| | | | | |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Para a Reunião de acompanhamento da *Performance* dos apontamentos foi criado um plano de controle também disponibilizado em um documento compartilhado no Google Drive, cujos responsáveis pela ação devem preencher após o final da reunião conforme o exemplo Da Figura 19. A reunião deverá ser realizada no primeiro dia útil de cada mês para que possam ser discutidos os dados do mês anterior. Essa reunião analisará as horas de apontamento realizadas no mês com o objetivo de verificar se os apontamentos estão de acordo com o processo real.

Figura 19 - Plano de controle - Reunião de acompanhamento da *Performance* dos apontamentos

| Plano de controle - Reunião de acompanhamento da <i>Performance</i> dos apontamentos | | | | |
|--|---|------------|---|--------------|
| Ação | Tópicos da reunião | Data | Responsável | Status |
| Reunão Mensal | Análise das horas de apontamentos realizadas no mês | 01/11/2021 | Líder da Solda e Supervisores de produção | Em andamento |
| | | | | |
| | | | | |

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Para o treinamento anual de reciclagem dos apontamentos no coletor não foi criado um plano de controle, pois é uma ação realizada somente uma vez por ano, com o objetivo de aumentar o tempo real de operação (Disponibilidade) através da aprimoração dos conhecimentos dos operadores. O treinamento será realizado por um membro do Departamento de Melhoria de Processos (*Lean*) visando a melhoria contínua, através dos ensinamentos de como realizar os apontamentos no coletor e também com simulações de produção onde os próprios operadores poderão praticar. Durante o treinamento os operadores terão a oportunidade de tirar dúvidas relacionadas ao tema. Esse treinamento ocorrerá sempre no mês de janeiro, começando em 2022.

4. Considerações finais

Em relação ao cumprimento do objetivo geral, o presente estudo desenvolveu uma análise da eficiência de uma cabine de solda e propôs ações de melhorias através de uma sistemática adequada. O presente estudo revelou que das seis cabines de solda manual presentes na empresa, a Cabine 63 foi a que apresentou o menor OEE percentual nos cinco meses que foram analisados. Então, através da utilização do método DMAIC, e das ferramentas presentes em cada uma de suas etapas foi possível encontrar as causas raízes do problema e propor um plano de ação, atingindo o objetivo geral.

Em relação ao primeiro objetivo específico verificou-se que o mesmo foi atingido, pois foi realizada uma análise em relação à Cabine de Solda 63 onde foi identificado que o fator Disponibilidade era o que mais impactava o resultado do indicador. No que concerne ao segundo objetivo específico, realizou-se uma análise através do Diagrama de Pareto das paradas não programadas, onde foi identificado que a atividade de Carga e Descarga representava o maior tempo dentre as paradas. E para o terceiro objetivo específico, foi realizada uma análise FMEA onde foram recomendadas ações para cada um dos modos de falha encontrados no processo, e para os três modos de falha com maiores NPRs foi elaborado um plano de ação através da ferramenta 5W2H.

Desta forma, o trabalho identificou que o grande problema da Cabine de Solda 63 é o apontamento incorreto das atividades no coletor, e que há um grande potencial de melhoria no seu indicador OEE. Para isso, é necessário seguir as ações estabelecidas no plano de ação, juntamente com o plano de controle para garantir que sejam mantidas a longo prazo. Assim, espera-se um aumento no indicador OEE da Cabine de Solda analisada ao longo do estudo.

Por fim, propõe-se que trabalhos futuros se atenham: (i) implementação das ações de melhoria propostas, visto que o presente trabalho apenas realizou a proposição das mesmas e

não as aplicou. E ainda, (ii) ampliar a abrangência da análise para as demais cabines de solda manuais da empresa, pois as outras cabines também possuem um OEE abaixo da meta estabelecida.

Referências

- BRAITT, B.; FETTERMANN, D. C. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Produto & Produção**, v. 15, n. 4, 2014.
- BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Production**, v. 23, n. 2, p. 205–225, 2013.
- CARVALHO, M.; PALADINI, E. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2013.
- CASTRO, A.P.B. **Implementação de metodologias Lean e desenvolvimento de processos de medição do OEE**. 2016. Dissertação de Mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) Universidade do Porto, 2016.
- CHIARADIA, Á. J. P. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- CORRER, I.; DOS SANTOS SOUSA, T. N. Implementação do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) para identificar o impacto da disponibilidade das máquinas em linhas de produção. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 4, n. 5, p. 140–155, 2016.
- DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista interdisciplinar científica aplicada**, v. 2, n. 3, p. 1–13, 2008.
- DA COSTA AGUIAR, L. H. D. **Melhoria da produtividade na secção de quinagem de uma indústria de elevadores**. 2019. Dissertação de Mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial) Universidade do Porto, 2019.
- DE HOLANDA, L. M. C.; DE DINIZ SOUZA, I.; DE FRANCISCO, A. C. Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 32, n. 4, p. 31, 2013.
- DE LIMA, G. R. G.; DE SOUSA, J. C.; ARESE, M. C. Aplicação da metodologia DMAIC para aumento de eficiência produtiva em uma fábrica de chapas de aço. **XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, p. 1-23, 23 out. 2020.
- DOYLE, D. O que é FMEA. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/qualidade/o-que-e-fmea/>. Acesso em: 31 ago. 2021
- GROSELLI, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia de Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HANSEN, R. C. **Overall equipment effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits**. New York: Industrial Press Inc., 2001.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, M. E. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003

MARINATO, D. DA F. V. J; RIBEIRTO, L. F. DE A. P; FELIX, E. R. DE S; SOARES, A. P. L. Análise do indicador overall equipment effectiveness (OEE) em um setor de envase da indústria de alimentos. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 1, p. 20–38, 2021.

MATOS, J. DA L. **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. 2003.

PALADY, P. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que aconteçam**. IMAM. São Paulo, 3ª Edição, 2004.

PINTO, J. N. F. **Implementação da metodologia TPM numa empresa de produção de elevadores**. 2012.

ROOS, C. et al. Aplicação da ferramenta FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de Passageiros. **Tecno-Lógica**, v. 11, n. 1, p. 29–32, 2007.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

SELEME, R. **Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais**. 2ª ed. Curitiba: Editora Ibpex, 2012.

SEGISMONTI, L; VILELA, F; MONTEVECHI, J; ROCHA, S; ALVES, L. Aplicação da Metodologia SMED para redução de setup em uma máquina de cortes de chapas metálicas. **XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Santos**, São Paulo, Brasil, p. 1-16, 15 out. 2019.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Elsevier, 2016.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

Apêndice A - FMEA

| Etapas do processo | Modo de falha potencial | Efeito(s) potencial(is) de falha(s) | SEVERIDADE | Causa(s) e mecanismo(s) potencial(is) de falha(s) | OCORRÊNCIA | Controles atuais do processo prevenção | DETECÇÃO | NPR | Ações recomendadas |
|---|---|---|------------|---|------------|--|----------|-----|---|
| Iniciar o apontamento da atividade de carga/descarga | Colocar a atividade errada no coletor | Dados incorretos para o indicador OEE | 7 | Falta de treinamento | 5 | Treinamento quando o colaborador é contratado | 4 | 140 | Treinamento anual de reciclagem de apontamentos no coletor |
| | Esquecer de apontar o início da atividade | Falta de dados do indicador OEE | 8 | Falta de prática no processo de apontamentos | 8 | Procedimento Operacional Padrão do processo de apontamentos no coletor | 4 | 256 | Reforço da importância do apontamento das paradas para obter um resultado de OEE compatível com o processo real nas reuniões diárias e acompanhamento da performance do apontamento |
| Pegar o material do carrinho e colocar na mesa da cabine | Deixar o material mal posicionado | Perda de tempo posicionando o material da maneira correta | 3 | Falta de atenção | 5 | | 2 | 30 | Posicionar a peça na mesa com auxílio de gabarito para averiguar se a posição da peça está correta |
| Finalizar o apontamento da atividade de carga/descarga | Esquecer de apontar o final da atividade no coletor | Falta de dados do indicador OEE | 8 | Falta de prática no processo de apontamentos | 8 | Procedimento Operacional Padrão do processo de apontamentos no coletor | 4 | 256 | Reforço da importância do apontamento das paradas para obter um resultado de OEE compatível com o processo real nas reuniões diárias e acompanhamento da performance do apontamento |
| Iniciar o apontamento de "máquina em operação", montar o material e soldar a peça | Esquecer de apontar o início da atividade | Falta de dados do indicador OEE | 8 | Falta de prática no processo de apontamentos | 8 | Procedimento Operacional Padrão do processo de apontamentos no coletor | 4 | 256 | Reforço da importância do apontamento das paradas para obter um resultado de OEE compatível com o processo real nas reuniões diárias e acompanhamento da performance do apontamento |
| | Finalizar os 30 segundos de "tempo morto" e não ter finalizado a montagem da peça | Coletor automaticamente contabilizará como "máquina parada" | 8 | Período de "tempo morto" insuficiente para realizar a atividade de montagem da peça a ser soldada | 6 | | 3 | 144 | Aumentar o "tempo morto" para que seja possível realizar a atividade de montagem da peça antes de iniciar o processo de soldagem |
| | Soldar a peça da maneira incorreta | Retrabalho na soldagem da peça | 5 | Falta de atenção | 3 | | 4 | 60 | Procedimento operacional padrão do processo de soldagem manual |
| Iniciar o apontamento da atividade de carga/descarga | Colocar a atividade errada no coletor | Dados incorretos para o indicador OEE | 7 | Falta de treinamento | 5 | Treinamento quando o colaborador é contratado | 4 | 140 | Treinamento anual de reciclagem de apontamentos no coletor |
| | Esquecer de apontar o início da atividade | Falta de dados do indicador OEE | 8 | Falta de prática no processo de apontamentos | 8 | Procedimento Operacional Padrão do processo de apontamentos no coletor | 4 | 256 | Reforço da importância do apontamento das paradas para obter um resultado de OEE compatível com o processo real nas reuniões diárias e acompanhamento da performance do apontamento |
| Retirar o material da mesa e colocar no carrinho | Deixar o material cair no chão | Perda de tempo ao juntar o material do chão | 2 | Pressa do colaborador | 1 | | 1 | 2 | Procedimento operacional padrão do processo de soldagem manual |
| Finalizar o apontamento da atividade de carga/descarga | Esquecer de apontar o final da atividade no coletor | Falta de dados do indicador OEE | 8 | Falta de prática no processo de apontamentos | 8 | Procedimento Operacional Padrão do processo de apontamentos no coletor | 4 | 256 | Reforço da importância do apontamento das paradas para obter um resultado de OEE compatível com o processo real nas reuniões diárias e acompanhamento da performance do apontamento |