

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

MAICON RODRIGO CORREA DE OLIVEIRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA
UMA LINHA DE SOLDA DE TANQUES TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

MAICON RODRIGO CORREA DE OLIVEIRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA
UMA LINHA DE SOLDA DE TANQUES TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização
apresentado como requisito parcial para a obtenção
do título de Especialista em Engenharia da
Produção.

Orientador: Dr. Tiago Rodrigues Weller

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

IMPLEMENTAÇÃO DE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA UMA LINHA DE SOLDA DE TANQUES TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Esta monografia foi apresentada no dia 30 de setembro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Maicon Rodrigo Correa de Oliveira apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

Dr. Tiago Rodrigues Weller
Orientador

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Msc. Sérgio Zagonel
Banca

Dra. Luciana Vieira de Lima
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa e meus pais, que me apoiam em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Á minha esposa Daisy Rainet de Oliveira e meus pais, Nilton Rosa de Oliveira e Roseny Correa de Oliveira, que sempre me apoiaram e estão ao meu lado em todos os desafios.

Ao professor Dr. Tiago Rodrigues Weller, que dedicou o seu tempo para me orientar na execução do trabalho.

Á empresa WEG Transformadores, por me proporcionar esta oportunidade de especialização.

Aos colegas de classe, pela oportunidade de conseguirmos trocar experiências durante todo o curso, mesmo atuando em diferentes áreas, conseguimos ter um grande aprendizado, contribuindo para o meu crescimento profissional.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

OLIVEIRA, Maicon Rodrigo Correa de. **Implementação de Single Minute Exchange of Die (SMED) para uma linha de solda de tanques**. 2020. 49 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

O cenário competitivo e globalizado que as empresas atuam exige que ações voltadas ao aumento da produtividade, capacidade de atender mais rapidamente os clientes e minimização dos custos, sejam efetivadas. Ainda nesse contexto, a redução do tempo de *setup* é também denominada de troca de ferramenta de minuto singular (SMED - *Single-Minute Exchange of Die*). Logo, o objetivo geral do estudo foi analisar o processo de fabricação de tanques, relacionados à fabricação de componentes (linha de MDF2), propondo ações de melhorias para minimizar os tempos de *setup*, de uma empresa metalúrgica, situada em Blumenau/SC. O estudo envolveu a pesquisa bibliográfica, a pesquisa quantitativa e o Estudo de Caso. Os dados foram coletados em 2019. Os resultados demonstraram que para a seção de tanques, a redução de tempo com atividades que não agregam valor, após a aplicação do trabalho da entrega do arame de solda foi de 1022,2 h/ano e o ganho obtido foi de R\$ 25.421,24. Além disso, quanto a propor ações para reduzir os tempos de *setup* através do conceito de SMED, com foco no aumento da produtividade, notadamente no processo de entrega de EPIs, foram propostas entregas dos EPIs semanalmente, evitando assim que o operador tenha necessidade de sair do seu posto de trabalho e buscar os mesmos. Traçou-se, ainda, uma rota e um cronograma de entrega dos materiais. Nesse contexto, com os trabalhos de entregar o arame de solda e entregar EPIs, conseguiu-se uma grande redução de atividades que não agregam valor na seção de Tanques com ganhos de R\$ 25.421,25 e R\$ 21.622,88, totalizando um ganho total para a seção de Tanques de R\$ 47.044,13.

Palavras-chave: Produtividade. *Setup*. SMED. Soldagem.

ABSTRACT

OLIVEIRA. Maicon Rodrigo Correa de. **Implementação de Single Minute Exchange of Die (SMED) para uma linha de solda de tanques**. 2020. 49 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

In the scenario of a competitive and globalized world, the corporations act requires that actions aimed at increasing the productivity, the ability to respond more quickly to customers and to minimize cost, it will be put into effect. In this context, the reduction of setup time is also called a single minute tool change (SMED - Single-Minute Exchange of Die). Therefore, the general objective of the study was to analyze the process of manufacturing tanks, related to the manufacture of components in the solder of tanks (MDF2 line), of a metallurgical company, located in Blumenau/SC, proposing actions for improvements to minimize the time of setup. The study involved bibliographic research, quantitative research and the Case Study. The data was collected in 2019. The results showed that for the tank section, the reduction in time with activities that do not add value after the work of the delivery of the welding wire was 1022.2 h/year and the gain was R\$ 25,421.24. In addition, to propose actions to reduce the time of setup through the SMED concept, focusing on increased productivity, notably the EPI (individual protection equipment) delivery process. Deliveries of EPIs were proposed on a weekly basis, thus preventing the operator from having to leave his workstation and look for them. A route and a schedule were also drawn up. In this context, with the work of delivering the welding wire and delivering EPIs, a large reduction in activities that do not add value in the Tanks section was achieved, with gains of R\$ 25,421.25 and R\$ 21,622.88, totaling a total gain for the Tanks section of R\$ 47,044.13.

Key-words: Productivity. *Setup*. SMED. Welding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo esquemático de soldagem MIG/MAG.....	13
Figura 2 – Métodos principais para transformar <i>setup</i> interno em <i>setup</i> externo.....	16
Figura 3 – Etapas do mapeamento de fluxo de valor.....	19
Figura 4 – Representação dos pilares de sustentação do método WCM.....	21
Figura 5 – O guarda-chuva do <i>KAIZEN</i>	25
Figura 6 – Linha de solda.....	29
Figura 7 – Máquinas de solda.....	30
Figura 8 – Almoxarifado central: retirada de materiais.....	30
Figura 9 – Fluxograma do processo de solda e/ou de <i>setup</i>	31
Figura 10 – Movimentação para retirada de arames de solda.....	33
Figura 11 – Fluxo da entrega de EPI na seção de tanques antes do trabalho.....	40
Figura 12 – Fluxo da entrega de EPI na seção de tanques após aplicação do trabalho.....	40
Figura 13 – Cronograma para entrega de EPI.....	42
Figura 14 – Canhoto para solicitação de materiais sobressalentes.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tarefas realizadas na troca do arame de solda.....	34
Tabela 2 – Atividades realizadas na troca do arame de solda.....	34
Tabela 3 – Ganhos com a redução de NVAA na linha MDF2.....	35
Tabela 4 – Atividades para trocar de arame de solda, linha distribuição.....	36
Tabela 5 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.....	36
Tabela 6 – Redução de tempo e ganho potencial, linha distribuição.....	36
Tabela 7 – Atividades para trocar de arame de solda, linha Meia Força.....	37
Tabela 8 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.....	37
Tabela 9 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força.....	38
Tabela 10 – Atividades para trocar de arame de solda, linha Meia Força.....	38
Tabela 11 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.....	39
Tabela 12 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força.....	39
Tabela 13 - EPIs para solda.....	41
Tabela 14 – EPIs para pintura.....	41
Tabela 15 – Relação de tempo para retirar EPI por centro de trabalho, seção de Tanques.....	43
Tabela 16 – Ganhos obtidos com a entrega de EPI semanalmente, seção de Tanques.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 PROCESSOS DE SOLDAGEM.....	12
2.2 <i>SETUP</i>	14
2.3 <i>SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)</i>	16
2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	18
2.5 MELHORIA FOCADA.....	20
2.6 QUALIDADE.....	22
2.7 <i>KAIZEN</i>	24
2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	32
4.1 ENTREGA DE ARAME DE SOLDA.....	32
4.2 ENTREGA DE EPI SEMANALMENTE.....	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A competição vivenciada pelas empresas exige que ações relacionadas ao sistema produtivo, como foco no aumento da produtividade, por exemplo, sejam efetivadas na prática. Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido na área de fabricação de componentes, linha de MDF2, na solda de tanques, de uma grande empresa metalúrgica, situada em Blumenau/SC.

Atualmente, na empresa pesquisada, a linha de soldagem de tanques de MDF2 tem uma alta demanda de produção, todavia, esta linha conta com uma quantidade reduzida de mão-de-obra, logo, qualquer desperdício de movimentação, bem como, saídas do local de trabalho desnecessárias, impactam diretamente na produtividade e no prazo para entrega dos produtos.

Após o levantamento de todas as operações realizadas na troca de arame de solda no setor, percebeu-se que poderia haver algum ganho de tempo, pois foram mapeadas determinadas atividades efetuadas pelos operadores que não agregavam valor (movimentação desnecessária, por exemplo).

Nesse cenário, o foco foi apresentar ações de melhorias para o processo de *setup* (tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra), das máquinas de solda, por meio da entrega de material do almoxarifado interno de cada seção, mantendo assim, os operadores mais tempo em seu local de trabalho, aumentando, portanto, a produtividade (BARDUZZI, 2016; COSTA, 2019; GOES, 2017; MARTINS; LAUGENI, 2005; SHINGO, 2017; SILVERIO, 2019; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Barduzzi (2016) destaca que as empresas vêm se deparando com clientes cada vez mais exigentes e prazos menores de entrega. Logo, os altos tempos de *setup*, além de espelhar custos adicionais na manufatura, afetam diretamente a competitividade empresarial, ocasionando, ainda, eventuais deserções de clientes e perdas de nichos de mercado.

Ainda neste contexto, conforme Slack; Chambers; Johnston (2009), a redução destes tempos pode ser atingida por uma variedade de métodos, como por exemplo, a eliminação do tempo necessário para buscar ferramentas. A redução do tempo de *setup* é também denominada de troca de ferramenta de minuto singular (SMED - *Single-Minute Exchange of Die*).

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo foi analisar o processo de fabricação de tanques, relacionados à fabricação de componentes (linha de MDF2), propondo ações de melhorias para minimizar os tempos de *setup*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema de minimização dos tempos de *setup*;
- b) Detalhar o processo de fabricação de tanques (linha MDF2);
- c) Indicar ações de melhorias para que as datas de entrega dos produtos sejam mantidas;
- d) Propor ações para reduzir os tempos de *setup* através do conceito de SMED, com foco no aumento da produtividade.

1.3 JUSTIFICATIVA

Foi nesse cenário, portanto, que o trabalho foi desenvolvido no setor de fabricação de componentes, linha de MDF2, na solda de tanques, de uma empresa metalúrgica. Os dados foram coletados em 2019. Assim sendo, em uma análise foi detectado que às linhas de solda tinham uma grande perda em movimentação, impactando diretamente na produtividade, neste momento foi direcionado para uma ferramenta SMED, pois a pré-avaliação se direcionava para o *setup* da máquina.

Durante a utilização da ferramenta SMED, detectou-se que uma das atividades que impactava a produtividade era o constante deslocamento do operador ao almoxarifado, buscando arame de solda e EPIs. É nesta perspectiva que segundo Barduzzi (2016), a oportunidade de reduzir o tempo de *setup* pode representar aumento da capacidade produtiva.

Em relação aos procedimentos metodológicos, o estudo envolveu a pesquisa bibliográfica, o Estudo de Caso, bem como, a pesquisa quantitativa.

Por sua vez, quanto à estrutura do trabalho, além desta introdução, apresentam-se a seguir, um capítulo relacionado ao referencial teórico, onde são discutidos os elementos essenciais para a redação da revisão da literatura; posteriormente, foram apresentadas às instruções referentes aos procedimentos metodológicos; na sequência, foram destacadas às informações pertinentes a apresentação e análise dos dados; por fim, foram delineadas às considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No capítulo 2 são apresentados e revisados os processos de soldagem; *setup*, *Single-Minute Exchange of Die* (SMED), mapeamento de fluxo de valor; melhoria focada; qualidade e *Kaizen*.

2.1 PROCESSOS DE SOLDAGEM

O processo de soldagem vem ao longo do tempo se consolidando nos contextos dos processos produtivos industriais. Soldagem, portanto, pode ser observada como um processo de fabricação, que une dois ou mais materiais, por processo de fusão do metal de base (SANTOS, 2015). Assim sendo, “soldagem é o termo utilizado para informar a operação de um processo de soldagem, independentemente do tipo, que tem a função de unir peças, e solda é o termo utilizado quando a operação é finalizada e o resultado gera um cordão de solda fundido com diluição parcial entre as peças” (SANTOS, 2015, p. 14).

Destaca-se, ainda, que uma “operação é o trabalho desenvolvido sobre o material por homens ou máquinas, em um determinado tempo” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 96). Nunes (2019) relata que a soldagem é vista como um dos mais relevantes processos industriais de união de peças metálicas. Tal processo, portanto, é essencial para o desenvolvimento de muitos produtos, podendo, assim, ser utilizado tanto na fabricação de estruturas simples, como portões, até em componentes de elevado grau de responsabilidade, como os empregados na indústria nuclear.

Costa (2019) aponta que estudos relacionados à melhoria dos processos de soldagem poderão proporcionar menores custos, melhor utilização dos recursos, maior qualidade nos produtos e menor tempo de fabricação. O avanço das tecnologias relacionadas ao aprimoramento de técnicas que influenciam diretamente à qualidade e produtividade de soldagem tem se evidenciado de grande relevância para às indústrias.

Além disso, diferentes processos de soldagem são utilizados com o objetivo de obter materiais resistentes a ambientes corrosivos. Técnicas como *Tungsten Inert Gas* (TIG), *Metal Inert Gas* (MIG) e *Metal Active Gas* (MAG), laser e arame tubular são comumente empregadas (NUNES, 2019).

Portanto, para o entendimento do processo de soldagem MIG/MAG, primeiramente, é necessário apresentar sua definição. Assim sendo, pode-se dizer que este processo utiliza energia de um arco elétrico, como fonte de calor. Esta fonte é conduzida pelo próprio eletrodo

nu (sem revestimento), alimentado de uma maneira contínua até o metal de base. Logo, o calor gerado na reação funde a extremidade do eletrodo e fica depositado em uma peça, que é gerada na superfície do metal de base (peça), para formar a solda (metal fundido). Portanto, tal processo pode ser dito como automático (quando o deslocamento da tocha é executado de forma mecânica por determinado equipamento); ou semiautomático (quando este deslocamento da tocha é feito pelo soldador (SANTOS, 2015). Na Figura 1, pode-se observar o processo esquemático de soldagem MIG/MAG.

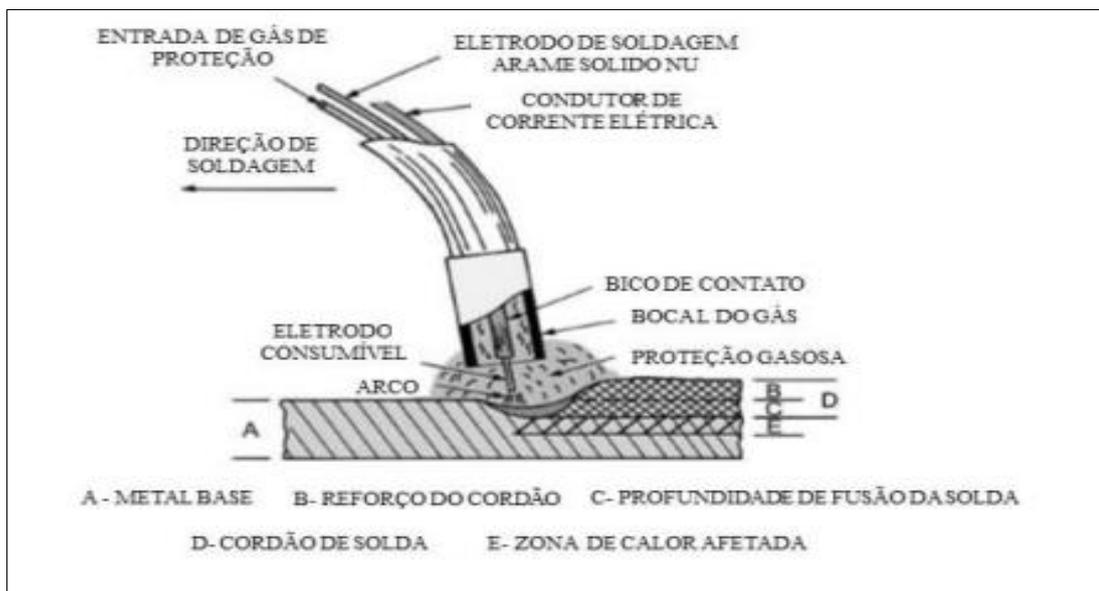


Figura 1 – Processo esquemático de soldagem MIG/MAG.

Fonte: Costa (2019, p. 28).

Costa (2019), ao citar as vantagens e limitações do processo MIG/MAG, relata que um dos processos de soldagem mais utilizados industrialmente o MIG/MAG, pode proporcionar alta produtividade e eficiência a um baixo custo. Apresentam uma maior agilidade com relação a outros processos de soldagem e podem ser utilizados em uma vasta gama de metais e espessuras, diferentes modos de fabricação e condições para soldagem em todas as posições. Todavia, dentre as limitações, é possível dizer que pelo fato de irradiar níveis relativamente altos de calor e intensidade de arco, pode haver resistência por parte dos operadores em operar o processo (COSTA, 2019).

Por sua vez, o processo de soldagem TIG diferencia-se dos outros por ter um arco elétrico (plasma) que é pequeno e concentrado, dando a TIG. Esse plasma utiliza um eletrodo de tungstênio que é o condutor, uma proteção gasosa feita por gases inertes, que não reagem com a poça de fusão e a protegem das impurezas da atmosfera (SANTOS, 2015).

Assim sendo, o processo de soldagem TIG tem como principal vantagem à alta qualidade de soldagem, podendo assim ser utilizado em uma gama de aplicações. Porém, como limitações, pode-se apontar que o processo geralmente apresenta uma menor capacidade de deposição de material se comparado a processos que utilizam eletrodos consumíveis, limitações quanto à máxima espessura soldável, em alguns tipos de junta (COSTA, 2019).

Também nesse cenário, Nunes (2019) menciona que a soldagem com arames tubulares é utilizada para fabricação e manutenção de peças destinadas a indústria química, petrolífera, automotiva e de geração de energia. A aplicação de revestimentos utilizando arames tubulares está sendo bastante difundida devido à alta produtividade e capacidade de automação da técnica. Entretanto, embora apresente potenciais vantagens produtivas e econômicas, a soldagem com arame tubular para o revestimento de aços carbono com aços inoxidáveis se caracteriza como uma atividade criteriosa.

Costa (2019) apresenta, ainda, o processo de soldagem híbrido, podendo ser observado como a união de dois processos resultando em outro, original, com suas características e próprias, aumentando suas áreas de aplicação e capacidades, através da otimização da interação mútua entre as duas fontes de energia. Aliás, ainda conforme Costa (2019), a combinação de processos de soldagem já comumente utilizados no meio industrial tem sido uma alternativa na busca por melhores capacidades produtivas, alta qualidade dos cordões de solda produzidos e custo de operação reduzido.

Logo, ainda é relevante destacar, seguindo-se Santos (2015), que os processos de soldagem são atividades que expõem a muitos riscos os soldadores e também para as pessoas que trabalham próximas. Portanto, as medidas de segurança em soldagem visam prevenir danos pessoais no local de soldagem.

2.2 *SETUP*

O STP foi desenvolvido para melhorar a qualidade e produtividade e está centrado em algumas filosofias essenciais da cultura japonesa: eliminação de desperdício e respeito pelas pessoas. Logo, notadamente quanto a eliminação de desperdícios, segundo apontamentos de Chase; Jacobs; Aquilano (2006), conta com alguns elementos, dentre estes, qualidade na origem, produção JIT, sistema Kanban de controle da produção e tempo de preparação minimizados.

O tempo de *setup* (preparação), conforme citado por Krajewski; Ritzman; Malhotra (2009) compõem-se de um conjunto de atividades essenciais para alterar ou reajustar um

processo entre lotes sucessivos de itens. Geralmente, esta preparação leva o mesmo tempo, independentemente do tamanho do lote. Logo, muitos lotes pequenos, em vez de vários lotes grandes, podem resultar em desperdício na forma de funcionários e equipamentos inativos.

Nesse cenário, é possível dizer que “o tempo de *set-up* é definido como o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 462). Além disso, atenta-se que a redução destes tempos pode ser atingida por uma variedade de métodos, como por exemplo, a eliminação do tempo necessário para buscar ferramentas. A redução do tempo de *set-up* é também denominada de troca de ferramenta de minuto singular (SMED) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Destaca-se, ainda, que a ‘capacidade’ pode ser observada, segundo Martins; Laugeni (2005) como a máxima produção (ou saída) de um empreendimento, ou seja, capacidade está “relacionada com o nível máximo de atividade de valor adicionado, que pode ser conseguido, em condições normais de operação e por um determinado período de tempo” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 31). Capacidade, portanto, no contexto da Administração da Produção e Operações, pode ser definida como “a quantidade de recursos disponíveis em relação aos requisitos do produto, ao longo de determinado período”, explicam Chase; Jacobs; Aquilano (2006, p. 275).

A capacidade pode ser também observada como a capacidade do projeto, relacionada com a ‘capacidade teórica’, ou seja, aquelas definidas pelos fabricantes ou fornecedores dos equipamentos para os produtos, bem como, a capacidade efetiva, isto é, a capacidade que o equipamento apresenta após a retirada de todos os tempos de parada necessários, para que o equipamento funcione de forma eficaz. Tais tempos podem ser os tempos de manutenção programados ou os tempos de preparação (tempos de *setup*) (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Então, o tempo de preparação ou *setup* relaciona-se com o tempo que é exigido para alterar ou fazer reajustes em processos ou em uma operação, quando se trata de passar da produção de um produto ou serviço à produção de outro (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Além disso, outra abordagem comum para a redução dos tempos de *setup* é converter o trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina estava parada (*setup* interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (*setup* externo) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Logo, é possível apontar alguns métodos essenciais para se conseguir transformar *setup* interno em *setup* externo, conforme relatado na Figura 2.

Então, no *setup* interno, este se refere aos procedimentos que podem ser executados somente quanto às máquinas estão paradas. Por sua vez, quanto ao *setup* externo, se refere aos

procedimentos que podem ser executados enquanto às máquinas estão em operação (SHINGO, 2017). É então nesse contexto, que Barduzzi (2016) destaca que atualmente, empresas se deparam com uma demanda variada de produtos, clientes mais exigentes, quanto à minimização de prazos de entrega, levando a necessidade de produzir lotes menores e de ter menor tempo de resposta. Como resultado, os altos tempos de *setup*, além de espelhar custos adicionais na manufatura, afetam diretamente a competitividade empresarial, ocasionando, ainda, eventuais deserções de clientes e perdas de nichos de mercado (BARDUZZI, 2016).

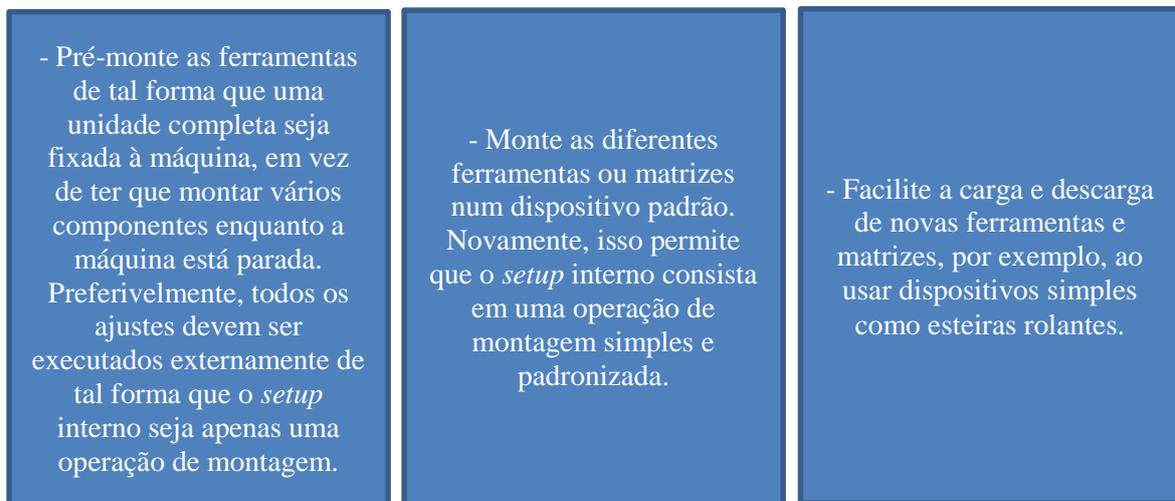


Figura 2 – Métodos principais para transformar *setup* interno em *setup* externo.
Fonte: Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 463).

2.3 SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)

Primeiramente, é possível dizer que em inglês, SMED, abreviatura para ‘*single-minute exchange of die*’, ou ‘troca de matriz em um tempo inferior a um dígito’, tem relação com a troca de matriz em menos de 10 minutos (SHINGO, 2017).

Em 1970, a empresa *Toyota Motor Company*, consegue reduzir o tempo de preparação de uma prensa de perfuração, para capô e para-lamas. Este fato denominou-se, então, de ‘preparação em menos de um dígito’, o que tem relação com um número de minutos com um único dígito (MONDEN, 2015).

A necessidade da Toyota de desenvolver um tempo de preparação curto, segundo Monden (2015), foi a percepção de que pela redução deste tempo, a empresa poderia minimizar o tamanho dos lotes, e, portanto, reduzir o estoque de produtos acabados e em processamento. Além disso, a preparação em um único dígito foi um conceito inovador, inventado por Shigeo Shingo, ainda na década de 1950. Atualmente, este método é utilizado em todo o mundo.

Na visão de Barduzzi (2016), a oportunidade de reduzir o tempo de *setup* pode representar aumento da capacidade produtiva. Ainda conforme Barduzzi (2016), quando o tempo de preparação é longo, algumas empresas optam por produzir lotes maiores, aumentando o estoque em processo, fazendo produtos desnecessários e incorrendo em perdas, no sistema de produção, o que é contraditório com a proposta de produção enxuta.

Destaca-se que no sistema de produção enxuto, utilizam-se diversas ferramentas e técnicas, de forma integrada, permitindo, que a produção seja extremamente flexível e adaptável, apesar de especificações rígidas de produtos, fluxo de material e de atividades fabris (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Conforme Barduzzi (2016), Shingo evidenciou por meio de quatro estágios, que seria possível reduzir o tempo de *setup* ao máximo, ou ainda, até mesmo eliminar este *setup*, aumentado, assim, a competitividade empresarial. Logo, a metodologia foi dividida em 4 (quatro) estágios, apresentados no Quadro 1.

Estágio inicial: Setup interno e externo não diferenciados	No estágio inicial, procura-se verificar as características do processo de troca de ferramentas, como tempo total de troca, equipamentos utilizados, etc. Para auxiliar neste estágio, geralmente o engenheiro de produção deve valer-se de recursos como cronômetros, observação, filmagens, entrevistas com operadores e anotações referentes ao processo.
Estágio 1: Separação do setup interno do setup externo	Após a observação preliminar no estágio inicial, inicia-se a diferenciação do <i>setup</i> interno e externo, sendo atividades internas as que somente podem ser feitas com a máquina parada e as atividades externas, são as atividades do <i>setup</i> que podem ser feitas com a máquina trabalhando.
Estágio 2: Mudança do setup interno e externo	Após análise do <i>setup</i> no estágio anterior, busca-se um esforço para padronizar a preparação antecipada de atividades, convertendo em externas o máximo possível das atividades.
Estágio 3: Racionalização de todos os aspectos da operação de setup	No estágio 3, o principal objetivo é analisar os elementos restantes de forma a racionalizar, simplificar e serem concluídos em menor tempo possível.

Quadro 1 - Metodologia SMED – estágios.

Fonte: Barduzzi (2016, p. 12).

Portanto, quando se analisa, de forma detalhada, o Sistema Toyota de Produção (STP), Shingo (2017) chega à conclusão de que a redução nos tempos de *setup*, conseguida por meio da ajuda do sistema TRF (Troca Rápida de Ferramentas), é essencial. Logo, pode-se dizer que este sistema TRF é condição *sine qua non* (sem a qual não), do STP.

O STP, desenvolvido após o final da Segunda Guerra Mundial, conforme Monden (2015) tem como objetivos essenciais aumentar a produtividade e reduzir custos, por meio, por exemplo, da diminuição dos tempos de preparação das máquinas e equipamentos.

Além disso, a seguir, no Quadro 2, pode-se observar alguns benefícios da troca rápida de ferramentas, apresentados por Barduzzi (2016).

Redução do tempo de setup e do <i>downtime</i> (tempo de inatividade)	São citados como resultado positivo da aplicação da metodologia TRF. Trata-se de despender menos tempo com ajustes e preparações, possibilitando a rápida recuperação da sequência da produção.
Redução do custo de setup	A aplicação do TRF proporciona menor incidência de custos a cada fase do processo de produção.
Aumento da capacidade, disponibilidade e flexibilidade	O uso do TRF aumenta o tempo em que os equipamentos estão disponíveis para produção (principalmente devido a redução do <i>downtime</i>), o que leva a maior disponibilidade, melhor utilização e maior flexibilidade das estações de trabalho.

Quadro 2 – Alguns dos benefícios da troca rápida de ferramentas.

Fonte: Barduzzi (2016, p. 20).

É relevante considerar, assim, que o conceito de *setup*, conforme Martins; Laugeni (2005) relaciona-se com a preparação, isto é, as atividades exercidas para se colocar o equipamento em condição de produzir uma nova peça com qualidade em produção normal.

2.4 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

A compreensão dos processos que ocorrem em uma cadeia de suprimentos é uma tarefa árdua, diante da complexidade devido à maior interação entre os membros que as formam. Uma opção para maior entendimento dos processos nas cadeias de suprimentos é a utilização da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) (RUIZ; MENDES; SILVA, 2016).

O MFV enfatiza a aplicação de princípios de operações enxutas que priorizam a alteração dos processos até completa eliminação de todo e qualquer desperdício, o qual representa atividades e processos que não agregam valor ao cliente (CORRÊA, 2010). Na visão de Royer; Ferreira; Savedra (2018), o MFV tem se mostrado uma ferramenta relevante do sistema de produção enxuta. É usado para a visualização do que agrega valor no processo produtivo e consequente identificação e eliminação de desperdícios. O fluxo de valor, então, trata-se do conjunto de etapas demandadas para fazer um produto, que agregam ou não valor, desde a compra da matéria-prima até o cliente. Como pode ser visto na Figura 3 o MFV se divide inicialmente em 4 (quatro) etapas.

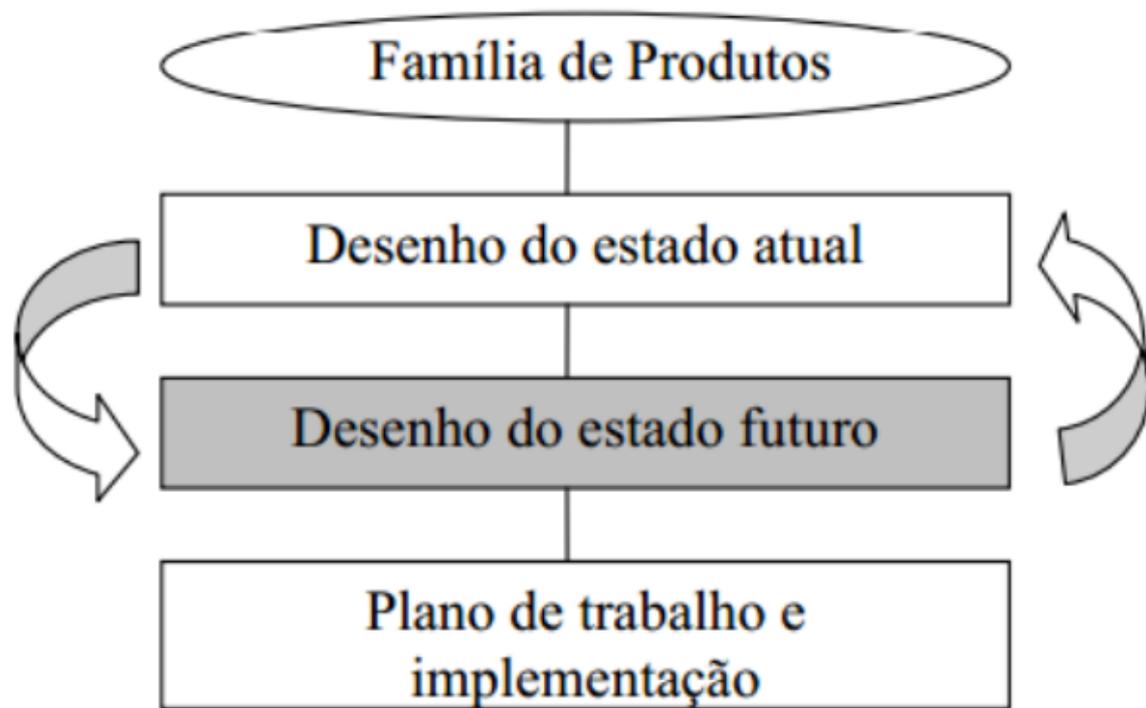


Figura 3 – Etapas do mapeamento de fluxo de valor.
Fonte: Royer; Ferreira; Savedra (2018, p. 6).

Em relação à etapa 1 (família de produtos), seria um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos anteriores. Na etapa 2 (desenho do estado atual), inicialmente mapeia-se o fluxo como está ocorrendo atualmente, a partir de dados coletados no chão de fábrica. Já na etapa 3 (desenho do estado futuro), a partir dos problemas identificados na representação visual do MFV do estado atual, realiza-se a representação do MFV do estado futuro. Por sua vez, na etapa 4 (plano de trabalho e implementação), a plano de implementação de melhorias descreverá como se planeja chegar ao estado futuro (ROYER; FERREIRA; SAVEDRA, 2018).

Conforme Ruiz; Mendes; Silva (2016) podem ser descritas algumas ferramentas para mapeamento do fluxo de valor de cadeias de suprimento, dentre estas: 1) mapeamento das atividades do processo, 2) matriz de resposta da cadeia de suprimentos, 3) funil de variação da produção, 4) mapeamento do filtro de qualidade, 5) mapeamento da amplificação da demanda, 6) análise do ponto de decisão e 7) mapeamento da estrutura física.

Segundo Corrêa (2010) o MFV analisa o processo como um todo, ao invés de etapas individuais, bem como busca a otimização de todo o processo, e não apenas de suas partes. A técnica de mapeamento tem início no cliente e busca entender o estado atual e projetar o estado futuro e desejado.

Corrêa (2010) aponta, ainda, que o mapeamento de processos na cadeia de suprimentos cria oportunidades de eliminação de desperdícios e questionamento de práticas, ao contrário do que ocorre quando o foco do processo se limita às operações. Logo, esta eliminação de desperdícios na cadeia de suprimentos envolve análise de atividades e processos e eliminação daqueles que não agregam valor ao cliente. Nessa perspectiva, para Royer; Ferreira; Savedra (2018), o MFV traz, além da eliminação de desperdício e otimização do fluxo do processo de manufatura, uma série de outros benefícios que facilitam, para a alta administração das empresas, o conhecimento e o controle do processo produtivo.

2.5 MELHORIA FOCADA

As denominadas ‘empresas de classe mundial’ são aquelas voltadas para os clientes, todavia, sem perder as peculiaridades de empresas enxutas, com indicadores de produtividade que as colocam no topo entre seus concorrentes, em termos mundiais. Além do desempenho melhor do que os outros competidores e da sua atuação global, o que também caracteriza esses tipos de empresas é a busca incessante por melhorias. Portanto, empresa de classe mundial tem como cultura a melhoria contínua (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Portanto, conforme Corrêa; Corrêa (2017), com a intensificação da competição internacional e com os mercados mais globalizados, mesmo para uma empresa ser competitiva nos seus mercados domésticos, hoje ela tem que ter um desempenho comparável aos desempenhos de classe mundial, pois os melhores concorrentes mundiais estão presentes em virtualmente todos os mercados locais.

É nesse cenário que o termo *World Class Manufacturing* (WCM) ou Manufatura de Classe Mundial, foi cunhado na década de 1980 – um novo método com base voltada para os princípios JIT e TQC (GOES, 2017). Esse método descrevia as capacidades desenvolvidas por empresas japonesas e alemãs, que detinham um nível superior de produção e um excelente desempenho global, quando comparadas a outras indústrias. Logo, o termo ‘Classe Mundial’ surgiu porque estas organizações estavam associadas com um desempenho de excelência mundial, o que resultou em adjetivá-las como tal (GOES, 2017).

Ainda quanto à definição e os objetivos do WCM, é possível mencionar trata-se de um método de gestão, que indica e retira as perdas existentes nos processos fabris e administrativos, maximiza a utilização dos ativos industriais, bem como, garante a geração de produtos com alta

qualidade e custos competitivos. Tem como objetivo, portanto, eliminar causas de quebras/defeitos (RAPÔSO; SILVA, 2017).

Portanto, pode-se compreender o WCM como um modelo de gestão integrada, que pressupõe a melhoria contínua das atividades no âmbito do sistema organizacional. Seu objetivo central é atingir a competitividade global, aderindo há alguns princípios, dentre estes, sem desperdício; sem falha; sem defeito; melhoria de processos; aumento de produtividade e redução de custos (SILVERIO, 2019).

Assim sendo, a implementação do WCM envolve equipes multidisciplinares e enfatiza a importância da simplicidade na resolução de problemas. A participação de todos os níveis hierárquicos e o investimento em suas competências para que os mesmos possam conhecer os princípios e pilares do WCM são tidos como fundamentais (SILVERIO, 2019).

Ainda nesse contexto, Goes (2017) relata que o método WCM é constituído por dez pilares os quais apresentam inter-relações. Estes pilares, ilustrados na Figura 4, são nomeados da seguinte maneira: Segurança do Trabalho; Desdobramento de Custos; Melhoria Focada; Atividades Autônomas; Manutenção Profissional; Controle de Qualidade; Logística; Gestão Antecipada; Gestão de Pessoas; e Meio Ambiente.

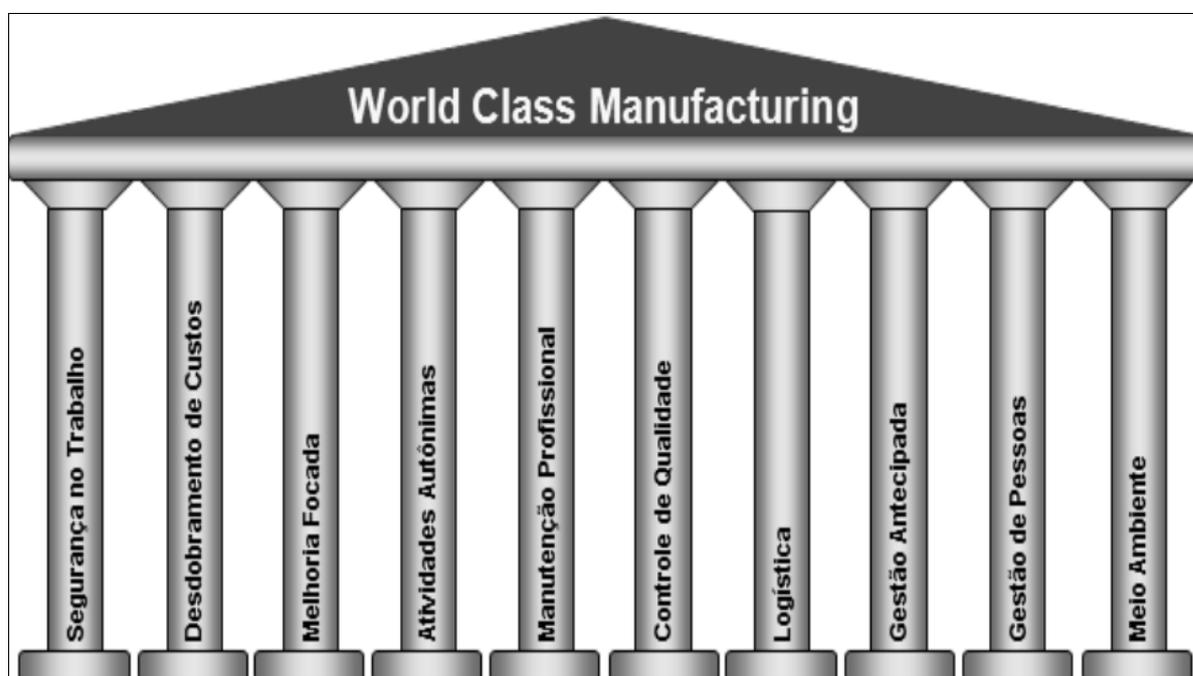


Figura 4 – Representação dos pilares de sustentação do método WCM.

Fonte: Goes (2017, p. 46).

Então, segundo Goes (2017), quanto aos objetivos de cada pilar de sustentação – os quais devem ser foco das organizações para o alcance de uma ordem de classe mundial, notadamente quanto a ‘melhoria focada’, pode-se dizer que tem como objetivo minimizar as

tarefas que possuam ineficiência, como a eliminação de atividade que não apresentem valor. Para tal, devem ocorrer análises para encontrar as atividades desnecessárias. Todavia, é necessário possuir capacidade para oferecer treinamento para todos os níveis organizacionais. (GOES, 2017).

Conforme Rapôso; Silva (2017), o *focused improvement pilar* – ou ‘pilar da melhoria focada’, tem como foco evitar desperdícios de material, de tempo e evitar a ineficiência, Ainda quanto este pilar, para Silverio (2019), o pilar melhoria focada trabalha os principais problemas identificados no pilar de desdobramento de custo (tem como objetivo analisar detalhadamente as atividades que podem gerar algum tipo de desperdício para que possa ser realizado um plano de ação e, conseqüentemente melhore o resultado). Trata-se de um trabalho minucioso e permanente, com a proposição de ações corretivas que também possam diminuir os desperdícios e até mesmo eliminar alguma atividade que não seja adequada. Portanto, conforme Corrêa; Corrêa (2017, p. 515). “eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e descontinuar as que não agregam valor à produção.”

Assim sendo, conforme Goes (2017), o pilar melhoria focada, então, providencia ferramentas essenciais para a redução de todas as atividades que não agregam valor, dentre estas a implantação de ferramentas como ‘*Kaizen*’, ‘5S’, ‘Kanban’, ‘SMED’, ‘JIT’, entre outras.

2.6 QUALIDADE

Definir ‘qualidade’ não é tarefa fácil. Nesse cenário, é possível mencionar que o conceito de qualidade envolve alguns aspectos, dentre estes, que a qualidade envolve vários aspectos simultaneamente, isto é, uma variedade de itens (conceito espacial). A qualidade sofre mudanças conceitos ao longo do tempo, ou seja, é um processo evolutivo (conceito temporal) (PALADINI, 2012).

O conceito de que a qualidade é relevante surge na década de 1970, com o renascimento da indústria japonesa que, seguindo os preceitos do consultor americano W. F. Deming, faz da qualidade uma ferramenta para a vantagem competitiva. Conforme Martins; Laugeni (2005, p. 498), “existem diferentes definições de qualidade”. Logo, pode-se considerar como mais relevantes as definições apresentadas no Quadro 3.

1 Transcendental	Nessa definição, entende-se a qualidade como sendo constituída de padrões elevadíssimos, universalmente reconhecidos.
Focada no produto	Nessa definição, a qualidade é constituída de variáveis e atributos que podem ser medidos e controlados.
Focada no usuário	A qualidade é a adequação ao uso, mas existe grande dificuldade na conceituação de termo como ‘uso’, ‘satisfação’, ‘durabilidade’ e até na identificação clara de ‘usuário’ ou, como preferimos, ‘cliente do produto’. O conceito corrente de que produto é o que o cliente compra, faz entender que essa definição de qualidade é muito importante para a manutenção da competitividade da empresa.
Focada na fabricação	Essa definição está baseada no conceito de que ‘qualidade é a adequação às normas e às especificações’. Essa definição nos leva a buscar melhorias nas técnicas de projeto de produto e de projeto de processos e no estabelecimento de sistemas de normas. É necessário muito cuidado no estabelecimento dessas normas, pois a empresa poderá gerar produtos não necessariamente com boa aceitação no mercado, mas que apenas atendam às especificações fixadas internamente na empresa.
Focada no valor	Para o consumidor, a qualidade é uma questão de o produto ser adequado ao uso e ao preço. Essa definição tem sido cada vez mais aceita pelo mercado.

Quadro 3 – Definições de qualidade.

Fonte: Martins; Laugeni (2005, p. 498).

Logo, conforme as definições propostas no Quadro 3, a qualidade pode ter diferentes focos, sendo, portanto, um atributo complexo de um produto. Ainda nesse cenário, qualidade “é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor, [...] significa ‘fazer certo às coisas’. Mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 40).

Nestes últimos anos, vêm se observando um relevante movimento de inversão no que diz respeito à qualidade. Se, antes, está se concentrava apenas nos produtos e serviços, e era observada como estratégia de diferenciação, atualmente, ela é vista, pelas empresas, como necessária e imprescindível. Assim, a sobrevivência destas empresas e função direta da produtividade e da qualidade, dentro de um contexto econômico competitivo, mutável e globalizado (SILVA; PESO, 2001).

Além disso, para que as empresas conquistem os níveis competitivos exigidos neste mercado, segundo Silva; Peso (2001) necessitam reformular seus sistemas gerenciais, para que estes possam coordenar a utilização de técnicas e ferramentas, com o intuito de garantir às condições necessárias para o planejamento, controle e melhorias de cada um de seus processos.

Ainda nesse cenário, quanto ao planejamento da qualidade, pode-se entender esse planejamento como um esforço de produzir qualidade. Logo, planejar qualidade significa, conforme Paladini (2012), tomar decisões gerenciais de forma antecipada, ou seja, antes que as máquinas parem por defeitos, antes que sejam gerados refugos, antes que os consumidores

reclamem. Portanto, planejar qualidade relaciona-se, ainda, em definir as melhores formas de fazer as atividades, significa estruturar serviços essenciais a serem agregados a modelo de atuação; significa, também, definir as melhores estratégias para competir.

Então, o planejamento da qualidade envolve decisões gerenciais, que devem ser definidas antes do início de qualquer atividade produtiva. Tem relação, ainda, com a escolha da melhor forma de fazer os produtos e serviços. Significa, também, definir as mais eficazes estratégias competitivas. Já quanto ao controle da qualidade, é possível dizer que este controle se relaciona a um “sistema dinâmico e complexo, sistema que envolve – direta e indiretamente – todos os setores da empresa, com o intuito de melhorar e assegurar economicamente a qualidade do produto final” (PALADINI, 2012, p. 82).

Portanto os objetivos da abordagem enxuta são normalmente expressos como ideais, como por exemplo, atender à demanda no momento certo, com qualidade e sem desperdício. Assim sendo, o conceito de ‘melhoria contínua, segundo Slack; Chambers; Johnston (2009) é uma parte relevante da filosofia enxuta. A palavra japonesa para melhoria contínua é ‘*Kaizen*’.

2.7 KAIZEN

O termo ‘*Kaizen*’ remete à percepção de ‘melhoria contínua’. Assim sendo, quando utilizado nas empresas, segundo Pacheco; Boreli (2001) identifica o processo de desenvolvimento contínuo nos mais variados setores e partes destas empresas, dentre estes, a eficácia. Todavia, volta-se, ainda, com a preocupação da harmonia e da consideração dos recursos humanos.

Destaca-se que o “termo ‘*Kaizen*’ é formado a partir de KAI, que significa ‘modificar’ e ZEN, que significa ‘para melhor’.” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 465). Foi introduzido na administração a partir de 1968 e tem sido associado a ideia de melhoria contínua, não apenas no contexto laboral, como também no lar e na vida social das pessoas.

Imai (1994) relata que o *Kaizen* significa melhoramento, envolve todos os níveis organizacionais – alta administração, gerentes e operários. *Kaizen* pode ser relacionado a um conceito de guarda-chuva, que abrange a maioria das práticas ‘exclusivamente japonesas’, dentre as quais, as destacadas na Figura 5.



Figura 5 – O guarda-chuva do KAIZEN.

Fonte: Imai (1994, p. 4).

Logo, “o recado da estratégia *Kaizen* é que nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito em algum lugar da empresa” (IMAI, 1994, p. 3). Nesse cenário, o melhoramento contínuo é conhecido como *Kaizen*. Portanto, significa, ainda, melhoramento na vida pessoal, doméstica, social e no trabalho. Quando aplicado aos ambientes de trabalho, *Kaizen* significa melhoramento contínuo, envolvendo todos. Não interessa se esses melhoramentos são pequenos, o que importa realmente, é que em determinados períodos (mensais, semanais, diários), algum melhoramento tenha de fato ocorrido (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Portanto, “dirigindo a atenção para áreas que precisam de melhoria, os sistemas de produção enxuta levam à melhoria contínua em qualidade e produtividade. O termo japonês para essa abordagem da melhoria de processos é o *Kaizen*” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 294).

Essa filosofia de melhoria e aperfeiçoamento constante, gradual e sistemático, visa em especial, o aumento da produtividade no ambiente de trabalho, focando, então, a redução e a eliminação das sobrecargas de trabalho, dos desperdícios de tempo, de produto e de materiais, bem como, a eliminação das irregularidades nas ações e nas atividades (PACHECO; BORELI, 2001). Para que isso ocorra, o *Kaizen* prega algumas normas, dentre estas, o aperfeiçoamento das pessoas envolvidas nos trabalhos; a concentração de esforços nas atividades que estão desenvolvendo; permissão para que as pessoas deem sugestões; compreensão de que somente processos melhorados poderão oferecer melhores resultados; compreensão de que melhorias

nos processos gerarão mais satisfação para empregados, proprietários e clientes (PACHECO; BORELI, 2001).

Nesse contexto, como uma filosofia gerencial, o *Kaizen* pode ser aplicado, de forma segmentada, em partes específicas da empresa. Assim, pode-se ter o *Kaizen* de projeto (desenvolvimento de novos conceitos para novos produtos); *Kaizen* de planejamento (desenvolvimento de um sistema de planejamento, seja para a produção ou para o marketing); *Kaizen* de produção (desenvolvimento e ações voltadas para a eliminação de desperdícios no chão-de-fábrica) (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Já em relação aos passos para implementação do *Kaizen*, Pacheco; Boreli (2001) mencionam um modelo com oito passos: a) coletar os dados (estudo de caso ou reuniões); b) fixar diretriz básica (fixar diretrizes de médio e longo prazos e os objetivos); c) construir a estrutura (grupos de projetos específicos); d) conduzir o *Kaizen* (eliminar o desnecessário); e) padronizar (relatórios de melhorias); f) avaliar e premiar (controles por objetivo); g) educar e treinar (inspeções); h) criar o hábito (elaboração da rotina de revisão e de acompanhamento).

2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Foi possível perceber a redução do tempo de *setup* é também denominada ‘troca de ferramenta de minuto singular (SMED). Logo, podem ser mencionados alguns dos benefícios da troca rápida de ferramentas, dentre estes a minimização do tempo de *setup* e do tempo de inatividade; redução dos custos de *setup*, bem como, o aumento da capacidade, disponibilidade e flexibilidade dos equipamentos.

Ainda nesse contexto, o *setup* (preparação) pode ser definido como o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra. Logo, o tempo de preparação seria o tempo exigido para alterar o ajustar os processos produtivos. Assim, altos tempos de *setup* podem levar a custos adicionais na manufatura, conseqüentemente, afetar a competitividade das empresas.

Também na parte teórica, discorreu-se sobre os processos de soldagem, notadamente, os processos TIG e MIG/MAG. O processo MIG/MAG são os processos mais utilizados pelas indústrias. Podem proporcionar alta produtividade, eficiência e baixo custo. Todavia, pelo fato de irradiar níveis relativamente altos de calor e intensidade de arco, pode haver resistência por parte dos operadores em operar o processo. Já quanto aos processos TIG, apresentam como vantagem a alta qualidade da soldagem. Suas limitações relacionam-se com uma menor

capacidade de deposição de material se comparado a processos que utilizam eletrodos consumíveis.

Foi possível, ainda, relatar que as ‘empresas de classe mundial’, tem como cultura a melhoria contínua. Nesse cenário, o WCM é um modelo de gestão integrada, que pressupõe a melhoria contínua das atividades no âmbito do sistema organizacional. O método WCM é constituído por dez pilares os quais apresentam inter-relações. Portanto, o *focused improvement pilar* ou “pilar da melhoria focada”, tem como foco evitar desperdícios de material, de tempo e evitar a ineficiência. Além disso, o pilar melhoria focada, providencia ferramentas essenciais para a redução de todas as atividades que não agregam valor, dentre estas a implantação de ferramentas como “*Kaizen*”, “5S”, “*Kanban*”, “SMED”, “JIT”, entre outras. Ainda nesse cenário, o MFV tem se mostrado uma ferramenta relevante do sistema de produção enxuta. É usado para a visualização do que agrega valor no processo produtivo e consequente identificação e eliminação de desperdícios.

Por sua vez, demonstrou-se que o conceito de qualidade está relacionado, essencialmente, com o foco nos produtos (variáveis e atributos que podem ser controlados), com o foco no usuário (adequação ao uso), foco na fabricação (adequação às normas e especificações), bem como, foco no valor (produto adequado ao uso e ao preço). Desta forma, a abordagem enxuta tem dentre seus objetivos atender com qualidade à demanda. Assim, o conceito de ‘melhoria contínua’, é uma parte relevante da filosofia enxuta.

Então, o *Kaizen* significa melhoramento, envolve todos os níveis organizacionais. Visa, notadamente, o aumento da produtividade no ambiente de trabalho, focando, então, a redução e a eliminação das sobrecargas de trabalho, dos desperdícios de tempo, de produto e de materiais, bem como, a eliminação das irregularidades nas ações e nas atividades.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em relação aos procedimentos metodológicos, cabe destacar que esta pesquisa envolveu, primeiramente, a pesquisa bibliográfica. Com vistas a atingir o objetivo, foi desenvolvido um estudo de caso a partir de uma pesquisa quantitativa. Nesse sentido, na sequência serão apresentadas com maior propriedade cada uma das etapas.

Rodrigues (2007) declara que a pesquisa bibliográfica é a pesquisa limitada à busca de informações em livros e outros meios de publicação. Logo, a revisão de literatura tem papel fundamental no trabalho acadêmico, pois é através dela que se situa o trabalho dentro da grande área de pesquisa da qual faz parte, contextualizando-o (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Dessa forma, a pesquisa bibliográfica foi operacionalizada por meio de livros e de materiais publicados em banco de dados na internet, dentre estes: ANPAD – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração; Biblioteca Online da Universidade Regional de Blumenau – FURB; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações; Google Acadêmico; entre 2016 a 2019, com inteiro teor, em português. Os descritores utilizados nesta pesquisa foram: processos de soldagem; *setup*; *Single-Minute Exchange of Die* (SMED); mapa de fluxo de valor; melhoria focada; qualidade e *Kaizen*.

Quanto ao Estudo de Caso, conforme Gil (2002) ocorre quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Pode-se ainda dizer que o Estudo de Caso é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos (YIN, 2001).

Portanto, o Estudo de Caso foi realizado no setor de fabricação de componentes, linha de MDF2, na solda de tanques, de uma empresa metalúrgica, em 2019.

Ainda quanto ao Estudo de Caso, em uma análise na empresa, foi detectado que às linhas de solda (Figura 6) tinham uma grande perda em movimentação, impactando diretamente na produtividade, neste momento, portanto, foi direcionado para uma ferramenta SMED, pois a pré-avaliação se direcionava para o *setup* da máquina (Figura 7). Além disso, durante a utilização da ferramenta SMED detectou-se que uma das atividades que impactava a produtividade era o constante deslocamento do operador ao almoxarifado (Figura 8), buscando arame de solda e EPIs. Na Figura 9, apresenta-se o fluxograma do processo de solda e/ou de *setup*.

Por fim, quanto a pesquisa quantitativa, conforme Gil (2002), este tipo de pesquisa aprecia tudo o que pode ser quantificável, traduzindo para números as informações. Exige o uso de técnicas relacionadas com a Estatística. Logo, neste estudo foram utilizadas tabelas e gráficos, com comparações de tempos de movimentação e de tarefas, conforme a coleta de dados na empresa participante deste trabalho. .

Diante do exposto, nas Figuras 6, 7 e 8, representam-se a área e os equipamentos utilizados na fabricação de Transformadores de potência, local, foco da implementação do trabalho de SMED.

A Figura 6 representa a fabricação de tanques de MDF2, local de estudo.



Figura 6 – Linha de solda.
Fonte: O autor (2020).

A Figura 7 representa a máquina de solda utilizada no processo de soldagem dos transformadores de potência.



Figura 7 – Máquinas de solda.
Fonte: O autor (2020).

Por sua vez, a Figura 8 representa o almoxarifado da fábrica onde todos os materiais são direcionados para as operações conforme quantidade e horário definido.



Figura 8 – Almoxarifado central: retirada de materiais.
Fonte: O autor (2020).

O fluxograma a seguir (Figura 9), demonstra a distribuição de materiais efetuada pelo almoxarifado de fábrica, sendo que a distribuição é feita de acordo com cada operação realizada, sendo elas: Montagem de Tanque; Solda de Tanque; Montagem de Tampas; Solda de Tampas/Ferragens e transformador Móvel; Ajuste; Pré-montagem; Descrição do Fluxograma; Operação; Colaborador; Cargo; Colaborador no sistema *versos* o que está no real; SAP; Colaboradores alocados no sistema na operação real; colaboradores que realmente estão na operação.

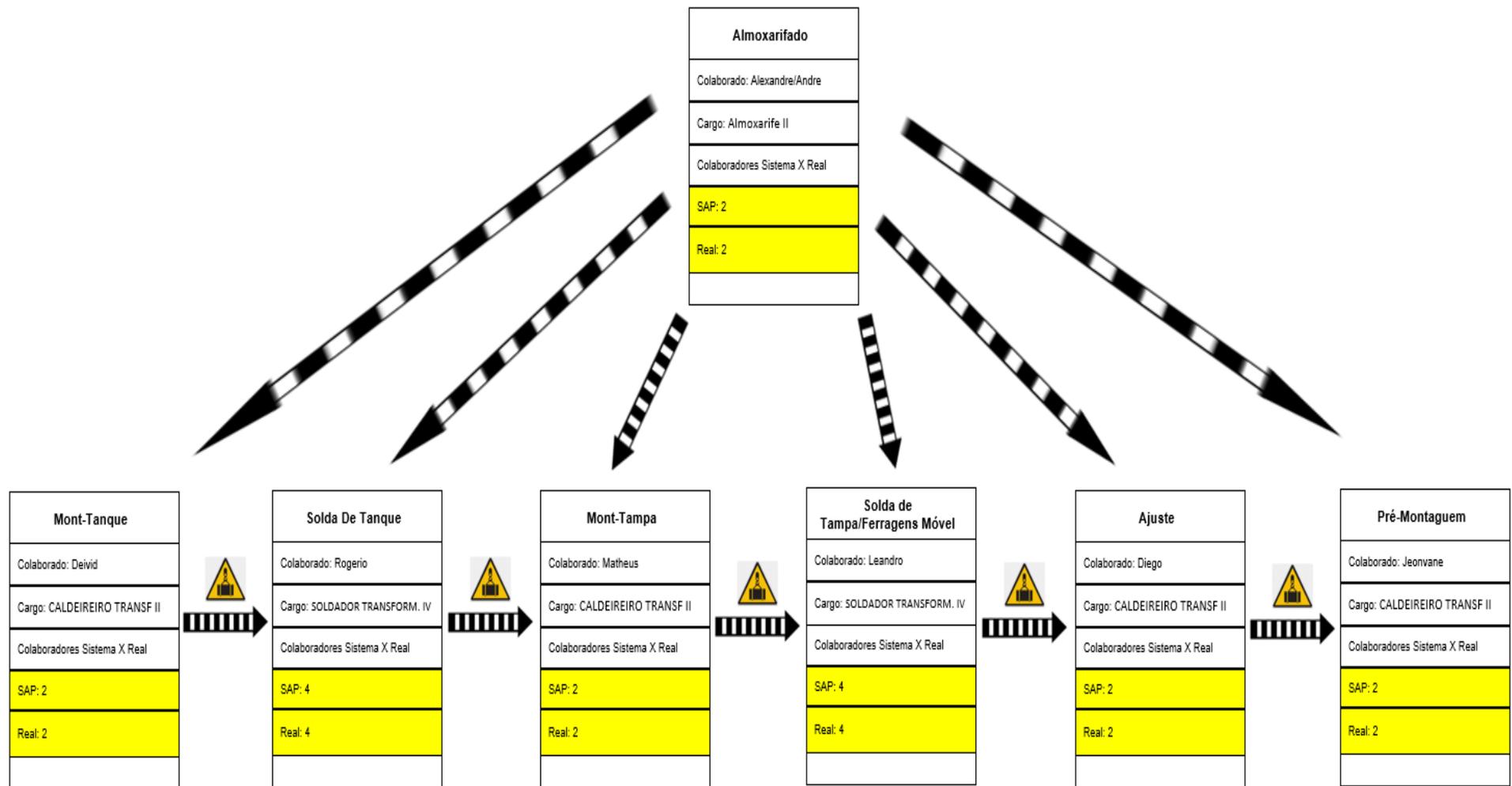


Figura 9 – Fluxograma do processo de solda e/ou de setup.
Fonte: O autor (2020).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta parte do estudo, apresentam-se os dados coletados na empresa, bem como, às suas respectivas análises. A ferramenta proposta para a redução do tempo de troca foi o SMED.

4.1 ENTREGA DE ARAME DE SOLDA

Atualmente, os colaboradores realizam um grande percurso dentro do pavilhão industrial para buscar arames de solda, retardando muito o reinício dos trabalhos. O percurso realizado pelo operador está ilustrado na Figura 10, na planta baixa da seção. A distância percorrida pelo CT montagem de tanque é de 46 m, soldagem de tanque 52,2 m, montagem tampa/conservador 58,8 m, solda de tampa 64,48 m, pré-montagem conjunto CALD 71 m, ajuste e estanqueidade 77,33 m.

As cores na Figura 10 têm como objetivo demonstrar o caminho percorrido pelos colaboradores, cada cor mostra um centro de trabalho. Assim: - Verde: Montagem de Tanque; - Laranja: Solda de Tanque; - Azul: Montagem de Tampa.; - Roxo: Solda de Tampa; - Marrom: Ajuste de Tanque e Tampa; - Cinza: Pré-montagem:

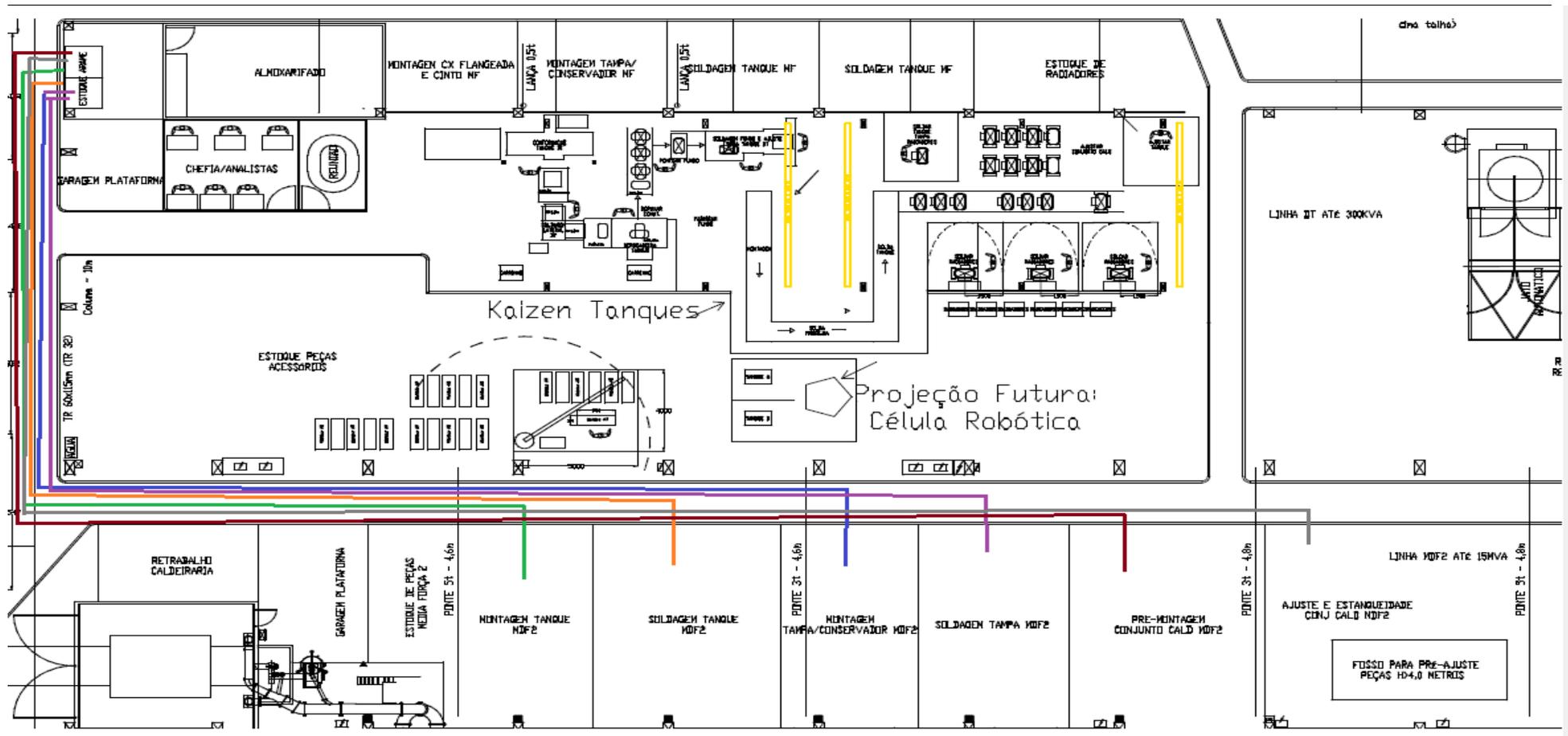


Figura 10 – Movimentação para retirada de arames de solda.
 Fonte: O autor (2020).

As atividades realizadas por cada soldador dos respectivos centros de trabalhos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tarefas realizadas na troca do arame de solda.

	Método antigo MDF2	Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar rolo de arame da máquina	2,0
3º	Deslocar-se até o almoxarifado para pegar novo rolo	2,8
4º	Retirar rolo de arame da caixa	0,5
5º	Retornar até o centro de trabalho	2,5
6º	Recolocar o arame de solda	2,5
7º	Religar a máquina	0,1
	Total	10,5 min

Fonte: O autor (2020).

Tendo em vista que são realizadas pelo menos duas trocas de arame por dia, uma por turno, sugeriu-se um trabalho *Kaizen* visando à melhoria e otimização, buscando, portanto, a redução de custos e tempo da tarefa. Neste cenário, após feito o levantamento de todas as operações realizada na troca de arame de solda descrito na Tabela 1, percebeu-se que poderia haver algum ganho na troca do arame de solda, foram mapeadas 7 (sete) atividades efetuadas pelo operador, destas 3 (três) não agregavam valor (movimentação desnecessária). Portanto, o colaborador perdia muito tempo se deslocando de seu local de trabalho até o almoxarifado, para retirada do arame de solda, função que poderia ser agregada ao almoxarife.

Conforme demonstrado nas Tabelas a seguir., têm-se a cronoanálise das atividades, nestas demonstram-se os tempos antes e depois da implantação da entrega do material pelo almoxarife, bem como, o ganho no tempo de *setup* das máquinas de solda, entretanto, os valores variam conforme a distância percorrida pelo o operador. A Tabela 2 apresenta as atividades a serem realizadas após a aplicação das melhorias e seus respectivos tempos.

Tabela 2 – Atividades realizadas na troca do arame de solda.

	Método Novo MDF2	Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar rolo de arame da máquina	2,0
3º	Colocar arame de solda reserva	2,5
4º	Acender lâmpada, solicitando reposição do arame reserva.	0,2
5º	Ligar máquina de solda	0,1
	Total	4,9 min

Fonte: O autor (2020).

Os ganhos, real e potencial com a redução de NVAA considerando apenas a linha da média força 2 está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Ganhos com a redução de NVAA na linha MDF2.

MDF2		
ID	65372	
Título	Redução de NVAA para troca de arame de solda	

	ANTES	DEPOIS
Duração da atividade (min)	10,5	4,9
Frequência da atividade (vezes/dia)	2	
Operadores envolvidos	3	3
Quantidade de turnos	2	
Dias úteis	240	
Duração total da atividade (min/ano)	30240	14112
Duração total da atividade (h/ano)	504	235,2
Duração total da atividade (h/ano)	504,00	235,20

Centro de custo afetado	20544284	
Tipo de operador	MOB	MOI

GANHOS		
Redução da atividade do CC (h/ano)	268,80	
Ganho potencial calculado (anual)	R\$	8.150,50
Ganho real calculado (anual)	R\$	-

Fonte: O autor (2020).

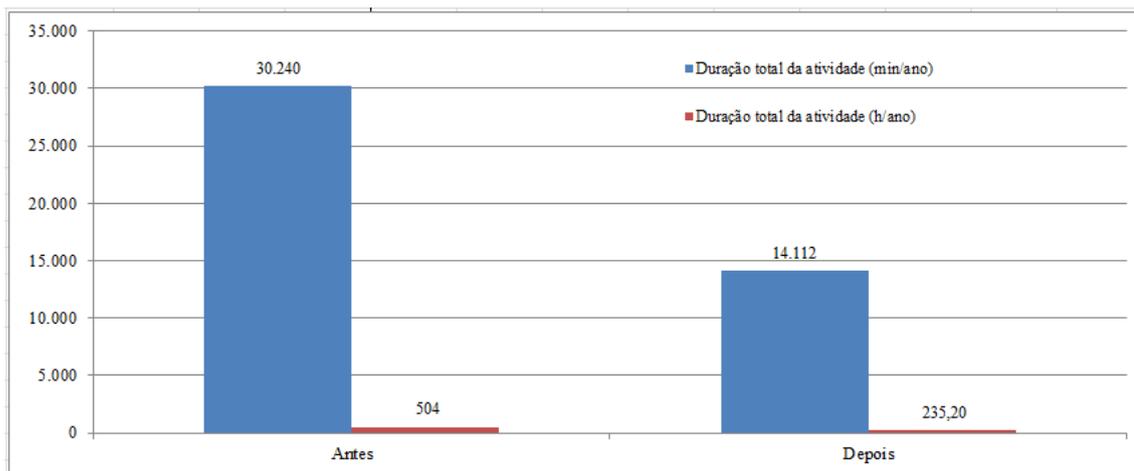


Gráfico 1 – Ganho com a redução de NVAA na linha MDF2- Duração total da atividade - (min/ano) – (h/ano)

Fonte: O autor (2020).

O trabalho foi estendido para as linhas da Meia Força, Distribuição e Montagem de Acessórios (P07). Os resultados com a redução de tempo e ganhos para cada linha de produção estão apresentados respectivamente nas Tabelas a seguir.

Tabela 4 – Atividades para trocar de arame de solda, linha distribuição.

Método antigo DT		Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,1
3º	Deslocar-se até o almoxarifado para pegar novo rolo	2,0
4º	Retirar rolo de arame da caixa	0,5
5º	Retornar até o centro de trabalho	2,0
6º	Recolocar o arame de solda	2,7
7º	Religar a máquina	0,1
Total		9,5 min

Fonte: O autor (2020).

Tabela 5 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.

Método Novo DT		Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,1
3º	Colocar arame de solda reserva	2,7
4º	Ligar máquina de solda	0,1
Total		5,0 min

Fonte: O autor (2020).

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados, redução de tempo e ganho potencial na linha.

Tabela 6 – Redução de tempo e ganho potencial, linha distribuição.

Distribuição		
ID	65372	
Título	Redução de NVAA para troca de arame de solda	
	ANTES	DEPOIS
Duração da atividade (min)	9,4	5
Frequência da atividade (vezes/dia)	2	
Operadores envolvidos	5	5
Quantidade de turnos	1	
Dias úteis	240	
Duração total da atividade (min/ano)	22560	12000
Duração total da atividade (h/ano)	376	200
Duração total da atividade (h/ano)	376,00	200,00
Centro de custo afetado	20544282	
Tipo de operador	MOB	MOI
GANHOS		
Redução da atividade do CC (h/ano)	176,00	
Ganho potencial calculado (anual)	R\$	3.986,51
Ganho real calculado (anual)	R\$	-

Fonte: O autor (2020).

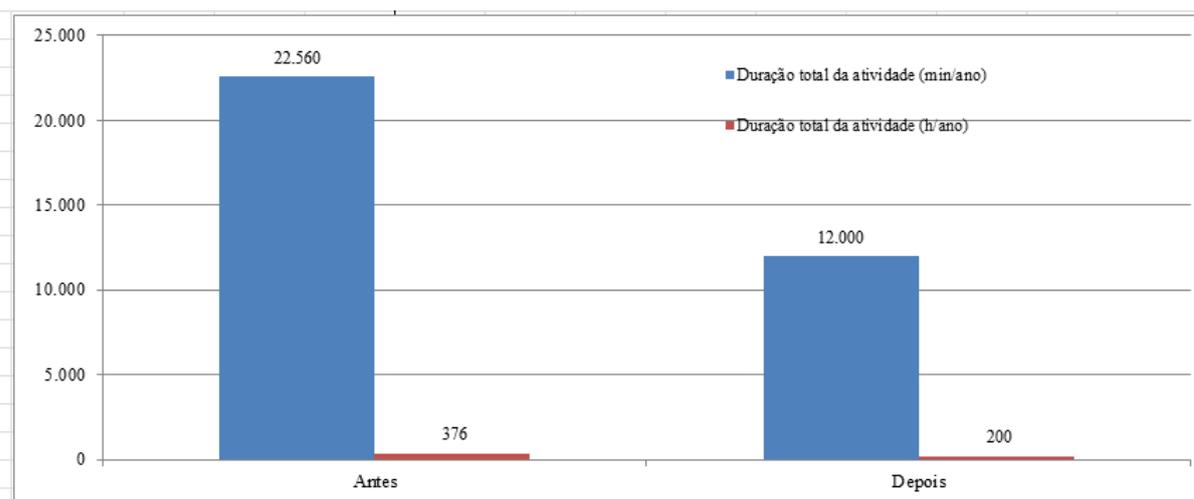


Gráfico 2 – Redução de tempo e ganho potencial, linha distribuição – Duração total da atividade (min/ano) – (h/ano)

Fonte: O autor (2020).

Tabela 7 – Atividades para trocar de arame de solda, linha Meia Força.

	Método antigo MF	Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,0
3º	Deslocar-se até o almoxarifado para pegar novo rolo	3,0
4º	Retirar rolo de arame da caixa	0,5
5º	Retornar até o centro de trabalho	3,0
6º	Recolocar o arame de solda	2,5
7º	Religar a máquina	0,1
	Total	11,2 min

Fonte: O autor (2020).

Tabela 8 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.

	Método Novo MF	Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,0
3º	Colocar arame de solda reserva	2,5
4º	Ligar máquina de solda	0,1
	Total	4,7 min

Fonte: O autor (2020).

Tabela 9 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força.

Meia Força		
ID	65372	
Título	Redução de NVAA para troca de arame de solda	
	ANTES	DEPOIS
Duração da atividade (min)	11,2	4,9
Frequência da atividade (vezes/dia)	2	
Operadores envolvidos	3	3
Quantidade de turnos	2	
Dias úteis	240	
Duração total da atividade (min/ano)	32256	14112
Duração total da atividade (h/ano)	537,6	235,2
Duração total da atividade (h/ano)	537,60	235,20
Centro de custo afetado	20544285	
Tipo de operador	MOB	MOI
GANHOS		
Redução da atividade do CC (h/ano)	302,40	
Ganho potencial calculado (anual)	R\$	7.652,20
Ganho real calculado (anual)	R\$	-

Fonte: O autor (2020).

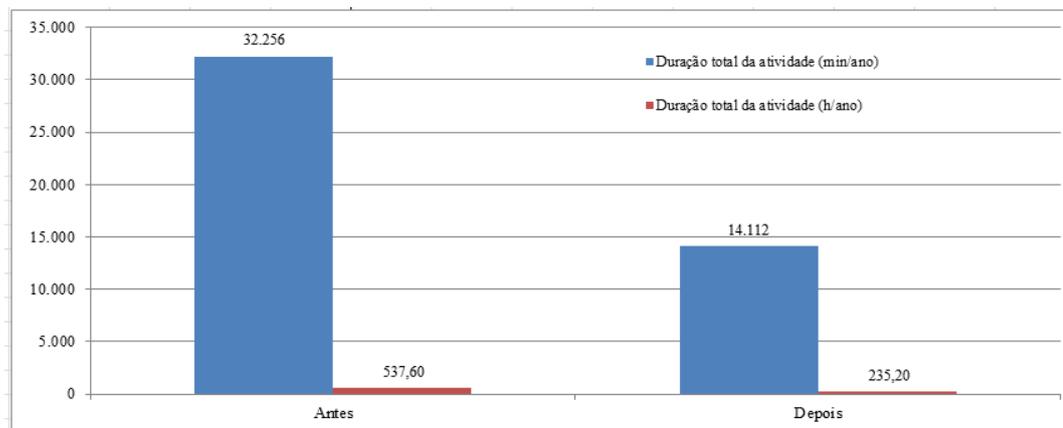


Gráfico 3 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força – Duração total da atividade (min/ano) – (h/ano)

Fonte: O autor (2020).

Tabela 10 – Atividades para trocar de arame de solda, linha Meia Força.

	Método antigo P07	Tempo (min)
1º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,0
2º	Deslocar-se até o almoxarifado para pegar novo rolo	4,0
3º	Retirar rolo de arame da caixa	0,5
4º	Retornar até o centro de trabalho	4,2
5º	Recolocar o arame de solda	2,5
6º	Religar a máquina	0,1
	Total	13,3

Fonte: O autor (2020).

Tabela 11 – Atividades para trocar arame de solda após realização do trabalho.

Método Novo DT		Tempo (min)
1º	Desligar a máquina de solda	0,1
2º	Retirar Rolo de arame da máquina	2,0
3º	Colocar arame de solda reserva	2,5
4º	Ligar máquina de solda	0,1
Total		4,7 min

Fonte: O autor (2020).

Tabela 12 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força.

P07	
ID	65372
Título	Redução de NVAA para troca de arame de solda

	ANTES	DEPOIS
Duração da atividade (min)	13,3	4,7
Frequência da atividade (vezes/dia)	2	
Operadores envolvidos	2	2
Quantidade de turnos	2	
Dias úteis	240	
Duração total da atividade (min/ano)	25536	9024
Duração total da atividade (h/ano)	425,6	150,4
Duração total da atividade (h/ano)	425,60	150,40

Centro de custo afetado	20544279	
Tipo de operador	MOB	MOI

GANHOS	
Redução da atividade do CC (h/ano)	275,20
Ganho potencial calculado (anual)	R\$ 5.632,34
Ganho real calculado (anual)	R\$ -

Fonte: O autor (2020).

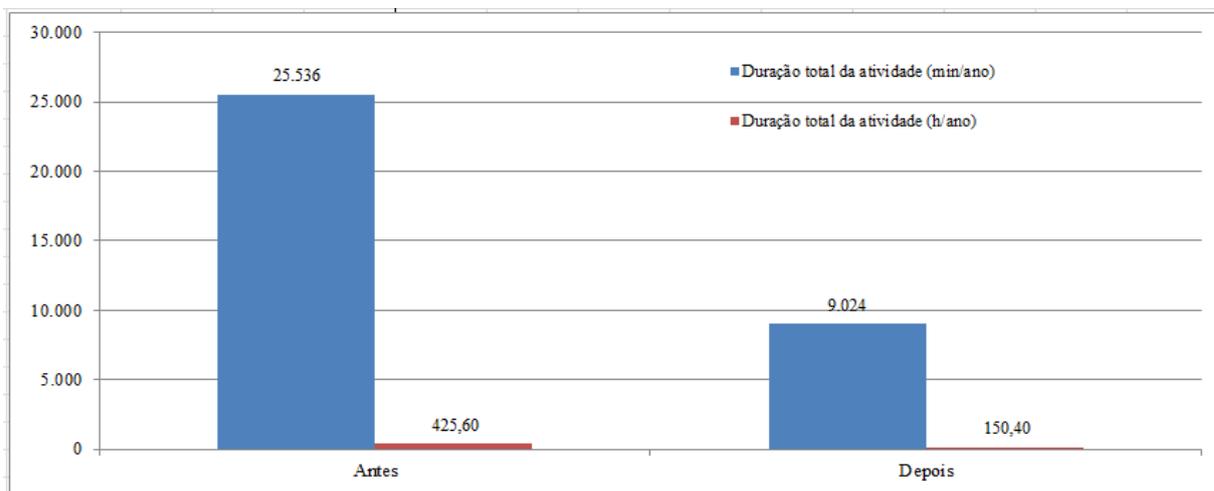


Gráfico 4 – Ganhos com a redução de tempo e ganho potencial, Linha Meia Força - Duração total da atividade (min/ano) – (h/ano)

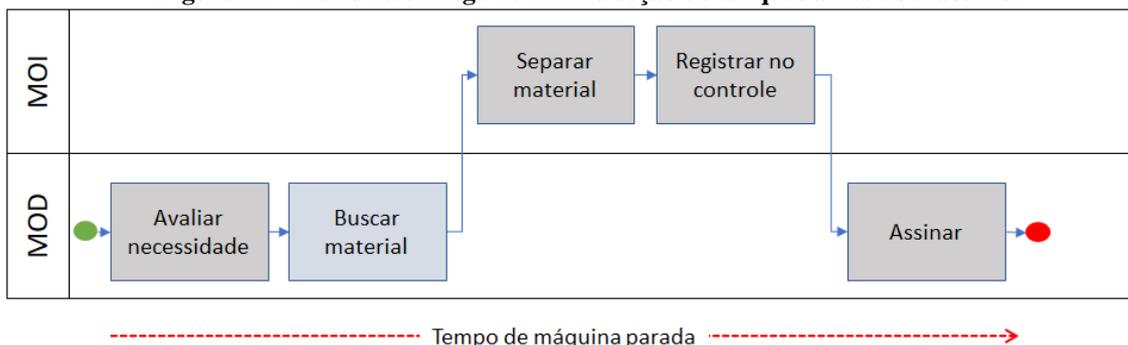
Fonte: O autor (2020).

De acordo com os resultados obtidos para a seção de tanques, a redução de tempo com atividades que não agregam valor (NVAA) após a aplicação do trabalho da entrega do arame de solda foi de 1.022,2 h/ano e o ganho obtido foi de R\$ 25.421,24.

4.2 ENTREGA DE EPI SEMANALMENTE

Hoje na seção os EPIs são entregues de acordo com a necessidade do operador, gerando assim grande movimentação para tal fim. O excesso de movimentação dos operadores acarreta em um desperdício de mão de obra, ou seja, máquina parada. Esse tempo de máquina parada gera um grande custo para empresa anualmente. O fluxo da entrega de EPI na seção de tanques está representado pela Figura 11, onde a o almoxarife é considerado mão de obra indireta (MOI) e os operários mão-de-obra direta (MOD).

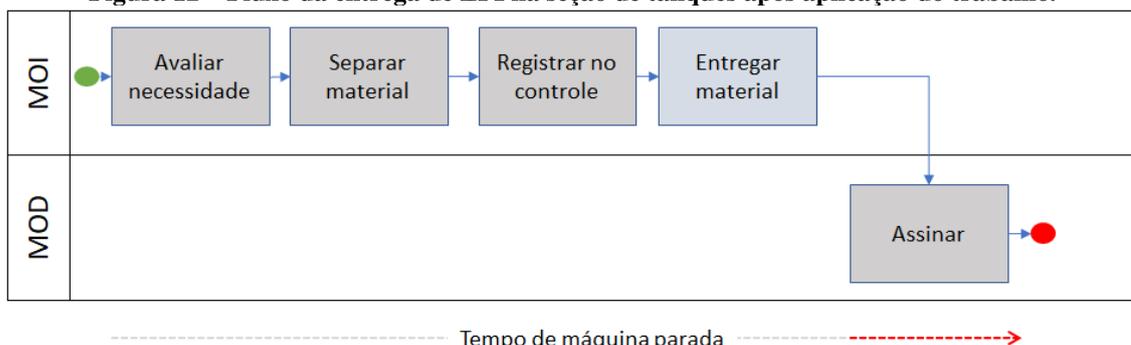
Figura 11 – Fluxo da entrega de EPI na seção de tanques antes do trabalho.



Fonte: O autor (2020).

Propôs-se a entrega dos EPIs semanalmente, evitando assim que o operador tenha necessidade de sair do seu posto de trabalho e buscar os mesmos. O fluxo da entrega de EPIs após a aplicação do trabalho pode ser visualizado na Figura 12.

Figura 12 – Fluxo da entrega de EPI na seção de tanques após aplicação do trabalho.



Fonte: O autor (2020).

A redução do tempo de máquina parada é evidente após a comparação dos dois fluxogramas. Os valores da redução serão apresentados no decorrer deste estudo. Os EPI foram divididos em necessários para operação de solda e necessários para a pintura ambos podem ser visualizados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - EPIs para solda.

EPIs SOLDA	SEMANA/MÊS
Luva Vaqueta	1 semana
Jaleco de Solda	3 meses
Perneira	3 meses
Avental de Solda	3 meses
Óculos Vedação	3 meses
Máscara	1 semana
Creme de Mãos	3 meses
Protetor Solar	3 meses
Luva Pigmentada	2 semanas
Luva PVC	1 semana
Óculos Vedação	3 meses

Fonte: O autor (2020).

Tabela 14 – EPIs para pintura.

EPIs PINTURA	SEMANA/MÊS
Luva Vaqueta	1 semana
Jaleco de Solda	3 meses
Perneira	3 meses
Avental de Solda	3 meses
Óculos Vedação	3 meses
Máscara	1 semana
Creme de Mãos	3 meses
Protetor Solar	3 meses
Luva Pigmentada	2 semanas
Luva PVC	1 semana
Óculos Vedação	3 meses

Fonte: O autor (2020).

Visando reduzir o uso em excesso de EPIs como parte do trabalho do almoxarife traçou-se uma rota e um cronograma de entrega dos materiais (Figura 13). Com isso, o almoxarife passa no posto de trabalho e faz o levantamento do que o operador vai precisar para a semana seguinte e no dia posterior ao levantamento, faz a entrega dos materiais. Todo material sobressalente que o operador por ventura precise é feita uma solicitação através de um canhoto

e assinado pelo chefe buscando manter um controle mais efetivo na utilização dos materiais. O canhoto está apresentado na Figura 14.

Dias de entrega de EPI's por linha					
Dia	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-feira
Linha	Média Força II	Distribuição // P07	Meia Força	Média Força I	Força
Horário	06h00	06h00	06h00	06h00	06h00

Figura 13 – Cronograma para entrega de EPI.

Fonte: O autor (2020).

Colaborador:	Data:
Material EPI:	
Assinatura:	Setor:

Figura 14 – Canhoto para solicitação de materiais sobressalentes.

Fonte: O autor (2020).

Os a redução de NVAA e os ganho obtidos com o trabalho de entrega de EPI, estão expressos na Tabela 15 e na Tabela 16.

Tabela 15 – Relação de tempo para retirar EPI por centro de trabalho, seção tanques.

ID	65375	
Título	Redução de NVAA para buscar EPI	
	ANTES	DEPOIS
Montagem DT (20544282)		
Duração da atividade (min/col/dia)	1,5	0
Número de colaboradores	12	
Duração da atividade (min/dia)	18	0
Duração da atividade (min/ano)	4320	0
Duração da atividade (h/ano)	72	0
Acabamento DT (20544262)		
Duração da atividade (min/col/dia)	4,16	0
Número de colaboradores	9	
Duração da atividade (min/dia)	37,44	0
Duração da atividade (min/ano)	8985,6	0
Duração da atividade (h/ano)	149,76	0
Montagem MF (20544285)		
Duração da atividade (min/col/dia)	2,083	0
Número de colaboradores	15	
Duração da atividade (min/dia)	31,245	0
Duração da atividade (min/ano)	7498,8	0
Duração da atividade (h/ano)	124,98	0
Acabamento MF (20544265)		
Duração da atividade (min/col/dia)	3,8	0
Número de colaboradores	10	
Duração da atividade (min/dia)	38	0
Duração da atividade (min/ano)	9120	0
Duração da atividade (h/ano)	152	0
Montagem MDF 2 (20544284)		
Duração da atividade (min/col/dia)	1,53	0
Número de colaboradores	20	
Duração da atividade (min/dia)	30,6	0
Duração da atividade (min/ano)	7344	0
Duração da atividade (h/ano)	122,4	0
Acabamento MDF 2 (20544264)		
Duração da atividade (min/col/dia)	4,03	0
Número de colaboradores	4	
Duração da atividade (min/dia)	16,12	0
Duração da atividade (min/ano)	3868,8	0
Duração da atividade (h/ano)	64,48	0
P07 (20544279)		
Duração da atividade (min/col/dia)	4	0
Número de colaboradores	16	
Duração da atividade (min/dia)	64	0
Duração da atividade (min/ano)	15360	0
Duração da atividade (h/ano)	256	0
SEÇÃO		
Número de colaboradores	86	
Duração da atividade (min/dia)	235,41	0,00
Duração da atividade (h/dia)	3,92	0,00
Dias úteis no ano	240	
Duração total da atividade (h/ano)	941,62	0,00

Fonte: O autor (2020).

Tabela 16 – Ganhos obtidos com a entrega de EPI semanalmente, seção de Tanques.

GANHOS		
CC Montagem DT	R\$	1.630,84
CC Acabamento DT	R\$	2.685,80
CC Montagem MF	R\$	3.162,61
CC Acabamento MF	R\$	4.105,69
Montagem MDF 2	R\$	3.711,32
Acabamento MDF 2	R\$	1.087,04
P07	R\$	5.239,58
Tipo de operador	MOB	MOI
GANHOS		
Ganho potencial calculado (anual)	R\$	21.622,88
Ganho real calculado (anual)	R\$	-

Fonte: O autor (2020).

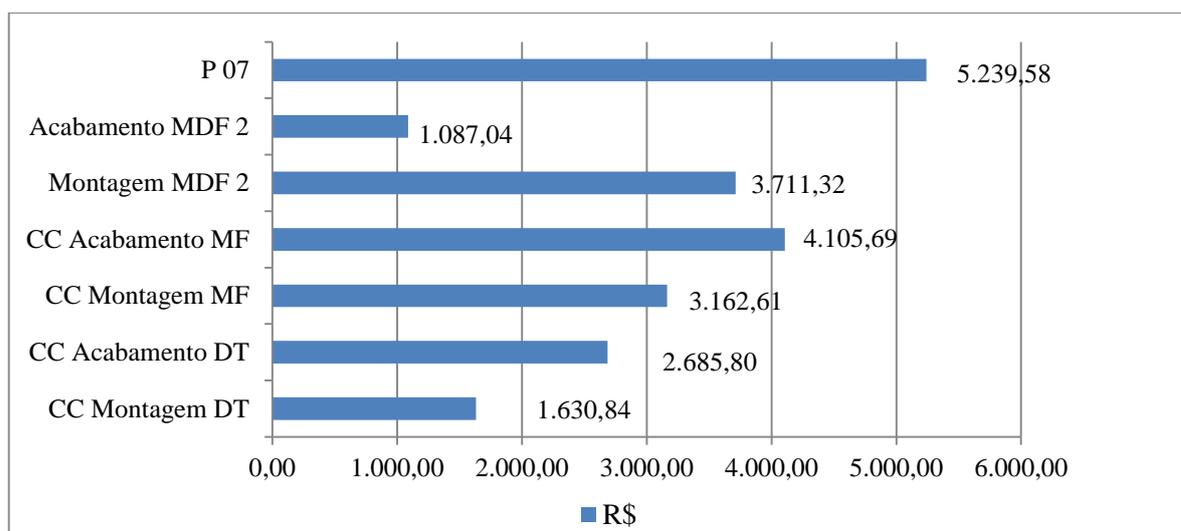


Gráfico 5 – Ganhos obtidos com a entrega de EPI semanalmente, seção de Tanques – em R\$.
 Fonte: O autor (2020).

Com os trabalhos de entregar o arame de solda e entregar EPIs, conseguiu-se uma grande redução de atividades que não agregam valor (NVAA) na seção de Tanques com ganhos de R\$ 25.421,25 e R\$ 21.622,88, totalizando um ganho total para a seção de Tanques de R\$ 47.044,13. O trabalho tem margem para ser expandido para a seção de Tanques Força composta pela linha da Força e Média Força 1.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que às empresas atuam em cenários globalizados e competitivos, com clientes cada vez mais exigentes quanto à minimização dos prazos de entrega, levando estas empresas a produzir lotes menores, por exemplo. Portanto, altos tempos de *setup* podem gerar custos adicionais nos processos fabris, bem como, perdas de clientes e fatias de mercado. Por conseguinte, reduzir o tempo de *setup* pode representar aumento da capacidade produtiva e competitividade.

Além disso, foram mapeados, analisados e detalhados os processos de entrega de arame de solda e de equipamentos de EPI, do setor de fabricação de componentes, linha de MDF2, na solda de tanques, de uma empresa metalúrgica, com o intuito de propor ações de melhorias para minimizar os tempos de setup. Logo, a ferramenta proposta e utilizada para a redução do tempo de troca foi o SMED.

Ainda nesse cenário, quanto a propor ações de melhorias para que as datas de entrega dos produtos sejam mantidas, no caso da entrega dos arames de solda, notou-se que são realizadas pelo menos duas trocas de arame por dia, uma por turno. Então, sugeriu-se um trabalho *Kaizen*, tendo como objetivo a melhoria e otimização, buscando, assim, a minimização de custos e tempo da tarefa.

Os resultados demonstraram que para a seção de tanques, a redução de tempo com atividades que não agregam valor (NVAA) após a aplicação do trabalho da entrega do arame de solda foi de 1022,2 h/ano e o ganho obtido foi de R\$ 25.421,24.

Por fim, quanto a propor ações para reduzir os tempos de *setup* através do conceito de SMED, com foco no aumento da produtividade, notadamente no processo de entrega de EPIs, foram propostas entregas dos EPIs semanalmente, evitando assim que o operador tenha necessidade de sair do seu posto de trabalho e buscar os mesmos. Além disso, com o objetivo de reduzir o uso em excesso de EPIs como parte do trabalho do almoxarife, traçou-se uma rota e um cronograma de entrega dos materiais. Todo material sobressalente que o operador por ventura precise é feita uma solicitação através de um canhoto e assinado pelo chefe do setor.

Nesse contexto, com os trabalhos de entregar o arame de solda e entregar EPIs, conseguiu-se uma grande redução de atividades que não agregam valor (NVAA) na seção de Tanques com ganhos de R\$ 25.421,25 e R\$ 21.622,88, totalizando um ganho total para a seção de Tanques de R\$ 47.044,13.

Entretanto, o presente estudo limitou-se ao setor de fabricação de tanques de transformadores de potência, notadamente na área de caldeiraria, pois esta possui um almoxarifado para cada atividade.

Portanto, trabalhos futuros poderão demonstrar a aplicação desses processos de melhoria contínua em outros setores ou outros processos, da empresa metalúrgica, foco desse estudo.

REFERÊNCIAS

- BARDUZZI, J. **Avaliação do uso de troca rápida de ferramentas em fornecedores de usinagem do Estado de São Paulo**. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/1544/2/Jaqueline%20Barduzzi.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2019.
- CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção e operações para vantagens competitivas**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento**: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado. São Paulo: Atlas, 2010. E-book. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788522479207>>. Acesso em: 6 abr. 2020.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. E-book. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788597013146>>. Acesso em: 9 dez. 2019.
- COSTA, G. C. S. **Avaliação de potencialidades do processo de soldagem TIG-MIG/MAG com variação de polaridade no eletrodo MIG/MAG**. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9929/5/Disserta%20a7%20a3o%20-%20Gabriella%20Cristina%20da%20Silva%20Costa%20-%202019.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOES, G. A. **Sistema Lean Production como mecanismo para alcance da manufatura de classe mundial nas agroindústrias processadoras do filé de tilápia do Estado de São Paulo**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento), Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista ‘Júlio Mesquita Filho’, Tupã, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150095/goes_ga_me_tupa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 02 dez. 2019.
- IMAI, M. **Kaizen**: a estratégia para o sucesso competitivo. 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção**: uma abordagem integrada ao Just-in-time. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788582602164>>. Acesso em: 29 nov. 2019.
- NUNES, M. M. **Análise e otimização da microestrutura resultante do processo de soldagem com arame tubular para o revestimento de chapas de aço carbono ABNT 1020**

com aço inoxidável ABNT 316L. 2019. 94 f. Dissertação (Mestrado em Materiais para Engenharia), Programa de Pós-Graduação em Materiais para Engenharia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1943/dissertacao_2019057.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 dez. 2019.

PACHECO, M. A.; BORELI, M. A. Kaizen. In: BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade**: abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas, 2001, item 4.7, p. 306-319.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAPÔSO, C. F. L.; SILVA, M. L. Gestão da qualidade e da produção: integração de técnicas avançadas e suas aplicabilidades na indústria moderna. **Revista Científica do Instituto Ideia**. Rio de Janeiro, n. 2, ano 6, p. 187-195, 2017. Disponível em: <<https://osf.io/download/5d5aacbaffde5b0017019d8b/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

RODRIGUES, R. M. **Pesquisa acadêmica**: como facilitar o processo de preparação de suas etapas. São Paulo: Atlas, 2007.

ROYER, R.; FERREIRA, A.; SAVEDRA, L. A. Mapa de fluxo de valor aplicado em uma micro cervejaria. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 14, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324593811_Mapa_de_fluxo_de_valor_aplicado_em_uma_micro_cervejaria>. Acesso em: 05 abr. 2020.

RUIZ, L. L.; MENDES, J. V.; SILVA, J. E. A. R. Análise da cadeia de suprimentos de uma empresa química utilizando mapa de fluxo de valor. **Reúna**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 73-96, jul./set. 2016. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/43173/analise-da-cadeia-de-suprimentos-de-uma-empresa-quimica-utilizando-mapa-de-fluxo-de-valor.>> Acesso em: 05 abr. 2020.

SANTOS, C. E. F. **Processos de soldagem**: conceitos, equipamentos e normas de segurança. São Paulo: Érica, 2015.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Bookman, 2017. *E-book*. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788577800995>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

SILVA, P. R. S.; PESO, R. C. Qualidade total. In: BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade**: abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas, 2001, item 4.2, p. 165-230.

SILVERIO, A. **Análise da implementação de um programa de Word Class Manufacturing em relação aos princípios e práticas conceituais**. 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.fei.edu.br/bitstream/FEI/3031/1/fulltext.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001