



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



UTILIZAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA LINHA DE ENVASE DE DEFENSIVOS AGRÍCOLA

Londrina
2021

JOÃO HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE
FERRAMENTAS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE
SETUP EM UMA LINHA DE ENVASE DE
DEFENSIVOS AGRÍCOLA**

Projeto de pesquisa apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus Londrina.

Orientador: Dr. Rogério Tondato

Londrina

2021

TERMO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC
UTILIZAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA LINHA DE ENVASE DE DEFENSIVOS AGRÍCOLA

Por

João Henrique Ribeiro da Silva

Monografia apresentada às 17 horas 40 min. do dia 11 de maio de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dra. Silvana Rodrigues Quintilhano	Membro
Prof. Dr. José Ângelo Ferreira	Membro
Prof. Dr. Rogério Tondato	Orientador
Prof. Dra. Silvana Rodrigues Quintilhano	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) ROGERIO TONDATE, PROFESSOR(A) ORIENTADOR(A), em (at) 11/05/2021, às 18:25, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brasília time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) SILVANA RODRIGUES QUINTILHANO TONDATE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em (at) 11/05/2021, às 18:26, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brasília time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) JOSE ANGELO FERREIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em (at) 11/05/2021, às 18:27, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brasília time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador externo.php?acao=documento_confirma&id_documento_sistema_documento, informando o código verificador (informing the verification code) 2016078 e o código CRC (and the CRC code) 286D69M.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo seu amor, que nos permite acordar diariamente e ter forças para continuar.

Aos meus pais, Eliel e Silva, pela dedicação ao longo da vida, sempre buscando oferecer o melhor para mim. Agradeço ao meu irmão, Eliel Junior, pela amizade que temos e pelo apoio nos momentos difíceis.

A Gabriele, minha amiga, namorada, noiva e futura esposa que, desde o início, esteve presente ao meu lado, me ajudando nas dificuldades e dividindo os momentos bons. Agradeço por todo seu esforço, dedicação por nós e pela paciência, pois sem ela, eu não seria quem eu sou hoje. Obrigado.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr Rogério Tondato, pelo apoio, aos ensinamentos durante a graduação e pela orientação durante a realização do trabalho.

Por fim, agradeço a todos que não foram citados, porém contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação acadêmica, pessoal e emocional.

RESUMO

SILVA, J. H. R. **Utilização da Troca Rápida de Ferramentas para a redução do tempo de setup em uma linha de envase de defensivos agrícola**. 2021. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

Com o mercado se tornando cada vez mais globalizado as empresas necessitam buscar adequações para se manterem em um nível competitivo, essas adequações podem ser no âmbito econômico, com reduções de custos e desperdícios, bem como inovação, com novas tecnologias e ferramentas. Visando esses dois aspectos, o estudo a seguir traz a implantação da Troca Rápida de Ferramenta afim de buscar uma redução no tempo de *setup* e consequentemente redução de desperdícios e aumento na capacidade produtiva da linha de envase de defensivos agrícola. Para a realização do estudo de caso, a coleta de dados foi realizada *in loco*, sendo realizada a tomada de tempo dos procedimentos, anotações durante as atividades e, portanto, gerado informações que seriam analisadas e interpretadas ao decorrer da utilização da ferramenta. Com a aplicação da ferramenta no processo de *setup* da linha de envase pode-se obter resultados satisfatórios, com a redução de aproximadamente 1 hora de tempo de *setup*, além da diminuição na quantidade de atividades realizadas pelo colaborador e a redução significativa na geração de efluente durante o processo realizado na indústria. Com os resultados obtidos, é perceptível os benefícios que a utilização da Troca Rápida de Ferramenta traz para a empresa, trazendo resultados rápidos e eficientes capazes de serem notados em um curto período de tempo.

Palavras-chave: SMED; Setup; Produtividade

ABSTRACT

SILVA, J. H. R. **Use of single minute Exchange of die to reduce setup time in a pesticides filling line.** 2021. 43 p. Graduation in Production Engineering, Federal Technological University of Paraná, Londrina, 2021.

With the market becoming more globalized, companies need to seek adaptations to remain at a competitive level, these adaptations can be in the economic sphere, with cost and waste reductions, as well as in the midst of innovation, with new technologies and tools. Aiming at these two aspects, the following study implements the Single Minute Exchanges of Die in order to seek a reduction in setup time and, consequently, reduction of waste and increase in the productive capacity of the factory. In order to carry out the case study, all data collection was carried out on the spot, taking the time of the procedures, taking notes during the activities and, therefore, generating information that would be analyzed and interpreted during the use of the tool. With the application of the tool in the filling line setup process, satisfactory results can be obtained, with a reduction of approximately 1 hour of setup time, in addition to the decrease in the number of activities performed by the employee and a significant reduction in the generation of effluent. during the process carried out in the industry. Therefore, after the completion of the case study and with the results obtained, it is noticeable the benefits that the use of the Single Minute Exchanges of Die brings to the company, bringing fast and efficient results capable of being noticed in a short period of time.

Key-words: SMED; Setup; Productivity

Lista de Figuras

Figura 1 - Tanques de formulação.....	25
Figura 2 - Pesagem da matéria prima.....	26
Figura 3 – Máquina de envase.....	27
Figura 4 – Atividades do operador antes da aplicação do SMED	30
Figura 5 – Atividades do operador após melhorias do SMED.....	31
Figura 6 – Comparativo operadores	31
Figura 7 – Gráficos de Gantt	32
Figura 8 – Diagrama de Espaguete do operador antes do SMED.....	33
Figura 9 – Diagrama de Espaguete do operador após SMED.....	34
Figura 10 – Efluente gerado e custo mensal.....	35

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.2. Justificativa	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 <i>Lean manufacturing</i>	12
2.1.1 Produção artesanal	12
2.1.2 Produção em massa	12
2.1.3 Produção enxuta	12
2.2 5S	17
2.3 <i>Setup</i>	17
2.4 SMED	17
2.4.1 Estágios conceituais do SMED	18
2.4.2 Aspectos importantes do <i>setup</i> que não há consideração no SMED	20
2.4.3 Casos de sucesso utilizando o SMED	21
3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	23
3.1 Caracterização da área de estudo	23
3.2 Coleta de dados	23
3.3 Análise dos dados	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 A empresa	25
4.2 O processo	25
4.3 Contaminação Cruzada	27
4.4 Mapeamento do Estado Atual	28
4.5 Aplicação 5S	28
4.6 Coleta de Dados	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 Tempo de Descontaminação	30
5.2 Gráfico de Gantt	32
5.3 Diagrama de Espaguete	33
5.5 Efluente	35
6. CONCLUSÃO	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

Independente do ramo de atuação do mercado, a competitividade aumenta constantemente ao decorrer dos anos, logo, busca-se vantagem competitiva a partir de estratégias para alcançar o destaque no setor em que a empresa atua (CARVALHO e SENNA, 2015). Segundo Sousa *et al* (2015), uma meta comum à maioria das empresas é a redução dos desperdícios, tendo como objetivo aumentar a lucratividade. Com isso as empresas tendem a focar em melhoria contínua visando reduzir as perdas.

Com isso, uma das formas mais eficaz para alcançar o alto nível de performance em uma indústria é a redução das ineficiências do processo produtivo que prejudicam os resultados (JUNIOR 2008 *apud* MARQUES E MELLO, 2013). Para Slack *et al* (2006) o ponto mais relevante na produção enxuta é a redução das perdas, eliminando todas as atividades que não agregam valor ao produto.

Segundo Rocha (2013) *apud* Lemos *et al* (2016) há sete perdas e desperdícios, sendo eles, por superprodução, transporte, processamento, fabricação de produtos com defeito, por espera, movimentos e estoque. Priorizando as perdas de movimento, pode-se definir que esse tipo de perda, de acordo com Kayser (2001) ocorre devido aos movimentos desnecessários dos operadores durante a execução das atividades. Como exemplo da perda por movimento, Murphy (1997), buscou a melhoria na atividade de troca de ferramental da produção e reduziu a distância percorrida pelo colaborador durante a execução da mesma, essa atividade pode ser chamada de *setup*.

O *setup* é definido como a necessidade de um tempo para a preparação da máquina antes de iniciar uma nova produção após ter realizado a fabricação de um produto alternativo (MCLINTOSH *et al.* 1996 *apud* FONSECA, 2017). Para Moreira (2011), o tempo para realizar *setup* é considerado um dos mais altos custos para as empresas, portanto as empresas buscam maneiras de reduzir o tempo de *setup*, eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor afim de competir no seu mercado, aumentando assim a sua produtividade.

A ferramenta para a redução de *setup*, segundo Souza (2009), é chamada de SMED (*Single Minute Exchange of Die* – Troca Rápida de Ferramentas) e que ficou conhecida após o lançamento do livro de Shingo em 1993.

De acordo com Shingo (1985), o SMED é baseado em teorias e anos de experiências práticas. É uma abordagem científica da redução do tempo de *setup* que pode ser aplicada a qualquer máquina de qualquer fábrica.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um estudo de caso da utilização da ferramenta SMED em uma linha de envase em uma indústria do setor agroquímico.

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) Levantar um referencial teórico acerca de *setup* e ferramenta SMED.
- b) Apresentar o estudo de caso da implantação da ferramenta SMED na linha de envase.
- c) Realizar discussões acerca das melhores práticas obtidas com a ferramenta SMED.

1.2. Justificativa

Segundo Souza (2009), cada vez mais o mercado se torna exigente e globalizado cobrando que as empresas se adequem às necessidades do cliente, as demandas tendem a ser, redução de custo, menores prazos de entrega, uma qualidade maior dos produtos e uma maior diversidade nos catálogos de produtos.

Assim, reduzir os tempos de *setup* é de grande importância para a organização, sendo que a redução de máquina parada auxilia para o aumento da produtividade das máquinas. Possibilita também a produção de uma maior variedade de produtos, diminuição dos tempos totais de fabricação, a redução dos lotes processados e do *lead time* dos pedidos (SATOLO e CALARGE, 2008 *apud* KOCH, 2015).

Entretanto, para conseguir atender as demandas do mercado consumidor é preciso que se realize diversos *setups*, tendo em vista a necessidade de

produzir maior variedade, no entanto, a atividade só se torna economicamente viável se o tempo de *setup* for pequeno, em comparação com o tempo produzido (SHINGO, 2000).

Por outro lado, de acordo com Pereira (2016), a maneira que o *setup* é realizado, mostra que não é possível reduzir a zero o tempo, porém pode ser reduzido a partir da experiência e prática do operador da máquina, contribuindo para uma possibilidade de possível redução dos tamanhos de lotes

Assim, para que ocorra uma melhora no tempo de redução de *setup*, se faz necessário a implementação da metodologia SMED, que possui como benefício a flexibilidade em sua linha de produção, fazendo com que a empresa responda de maneira rápida às mudanças de mercado (SHINGO, 2000).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Lean manufacturing*

O desenvolvimento da humanidade está relacionado na capacidade de transformar matéria prima em produto (SPIES, 2016). O nascimento do *Lean manufacturing* é resultado de diversas adaptações com problemas que foram constatados ao longo do tempo. De acordo com Pires (2004), a manufatura é dividida em três fases, produção artesanal, em massa e enxuta.

2.1.1 Produção artesanal

2.1.2 Produção em massa

2.1.3 Produção enxuta

A Produção Enxuta surgiu no Japão, durante o período de pós Segunda Guerra Mundial, cuja aplicação se deu na Toyota Motor Company. Devido a guerra, o Japão não dispunha de recursos para realizar investimentos para a implantação da produção em massa, que caracterizava o sistema implantado por Henry Ford e General Motors.

Devido ao momento, surgiu a necessidade de se criar um novo modelo de gerenciamento, dando início ao Sistema Toyota de Produção, conhecido como Produção Enxuta (*Lean manufacturin*), substituindo a produção em massa (FERRAZ, 2006). Os objetivos fundamentais deste sistema são caracterizados por qualidade e flexibilidade do processo, ampliando a capacidade de competir e produzir no cenário internacional (RIANI,2006).

De acordo com Francelino (2018), a produção enxuta, devido a sua eficácia na otimização dos recursos e diminuição nos desperdícios, tomou grandes proporções em um curto período de tempo.

Francelino (2018), também afirma que, a produção enxuta possui características diferentes da produção artesanal e da produção em massa. Na produção artesanal, cada produto é fabricado por trabalhadores altamente qualificados, usando ferramentas manuais, que fabricam cada produto de acordo com as especificações do comprador. Já na produção em massa, os produtos são fabricados por trabalhadores não qualificados, que são projetados por profissionais especializados. Na produção enxuta, combina a vantagem da

produção artesanal, que evita o alto custo, com a produção em massa, evitando a inflexibilidade.

Para alcançar esse tipo de produção, a gerência monta equipes de trabalhadores com várias habilidades em cada nível da organização, para trabalharem ao lado de máquinas, fazendo com que produzam grandes quantidades de bens com variedades de escolha. A produção é considerada enxuta por usar menos esforço humano, menos espaço físico e menor investimento em equipamentos quando comparada com a produção em massa

Com isso, segundo Womack e Jones (2018), a filosofia da produção enxuta, é que o sistema deve atribuir ao colaborador a maior quantidade de funções e responsabilidades que agreguem valores ao produto acabado e posteriormente um sistema que soluciona problemas, onde é possível identificar, e atuar na causa raiz, eliminando qualquer resquício da falha e evitando que ocorra novamente.

As principais características do Sistema de Produção Enxuta (Womack & Jones, 2003):

- a) . O trabalhador começa a receber sua remuneração de acordo com o tempo de serviço e parte do salário é transformada em bônus vinculado à rentabilidade da companhia. A partir da garantia de emprego permanente, passa a existir um vínculo permanente entre empregado e empresa, e em contrapartida, tem a remuneração reduzida em épocas de baixa rentabilidade;
- b) . A demanda real do mercado determina o ritmo da linha de produção, fazendo com que ela passe a funcionar em função da e não mais em função de previsões de mercado feitas por departamentos internos.
- c) Diante os novos métodos de produção, a linha de montagem passa a ganhar grande flexibilidade com reduzidos tempos de ajuste de máquinas e trocas de ferramentas;
- d) Os estoques são reduzidos praticamente a zero e os fornecedores passam a produzir e entregar na linha de montagem pequenos lotes, fazendo com que a relação entre montadora e fornecedores passa a ser de parceria e em longo prazo;

- e) Os funcionários são conscientizados através de programas de treinamento e passam a buscar sempre a melhor qualidade, o que permite a diminuição do número de trabalhadores indiretos como supervisores e inspetores de qualidade e, ainda, permite elevar o nível de qualidade dos produtos, reduzindo índices de refugos e de reclamações;

Para Ohno (1988) é eliminar os desperdícios e elementos que não são necessários afim de reduzir os custos de produção. Ou seja, a produção ideal é a que realiza a produção do necessário, no momento que se necessita e na quantidade solicitada.

Francelino (2018, p.17) afirma que:

Este conceito trata-se da busca da tecnologia de produção que utilize da menor quantidade de equipamentos e menor esforço de mão-de-obra para produzir os bens necessários sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, tratando como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente, sendo assim deve-se eliminar todo o desperdício através da concentração dos esforços na administração, pesquisa e desenvolvimento da produção, e distribuição de todos os departamentos da companhia.

A partir da difusão do conceito de produção enxuta, as empresas competitivas do mundo começaram a utilizar as ideias e o pensamento *lean* foi visto como uma ferramenta que remetia ao crescimento (SPIES, 2016).

Logo, a ideia *lean* passou a estar ligado de que seu uso alavanca a competitividade da empresa, e a organização que pretende adotar o sistema *lean*, deve-se ter como objetivo o crescimento da produtividade, redução dos custos e o aumento da qualidade (SANCHÉS e PERÉZ,2001).

Foi definido por Taiichi Ohno (1997) sete tipos de perdas que são importantes de serem identificados para se implementar a produção enxuta nas corporações. De acordo com Fonseca (2017), os desperdícios identificados são definidos como atividades humanas que demandam recursos, porém, não agrega valor. Ghinato (2000) descreve as definições dos sete tipos de perdas abaixo.

- a) Superprodução: Possui uma característica de esconder outros desperdícios. Pode ser dividida em perda por produzir além da

demanda ou de forma antecipada. A primeira é devido a produção além do solicitado e a segunda é a consequência de se produzir antes da necessidade.

- b) Espera: Tem como característica o tempo perdido devido a não realização de nenhuma atividade do processo, seja por processamento, transporte ou inspeção.
- c) Transporte: por não agregar valor ao produto, deve-se sempre buscar a eliminação dessa atividade. Essa perda refere-se ao tempo em que o item leva para ir de um setor ao outro, logo, há um tempo desperdiçado com essa atividade.
- d) Processamento: essa perda é referente as características da produção, que poderiam ser eliminadas sem afetar o produto.
- e) Estoque: perda por armazenamento de produto acabado, matéria prima ou material aguardando outra etapa do processo.
- f) Movimentação: desperdício de movimentos desnecessários dos operadores realizada durante a etapa de produção ou outra atividade.
- g) Produtos defeituosos: é caracterizada pela produção de itens com defeitos, fora do especificado, não satisfazendo assim os requisitos básicos de uso do item.

Segundo Ohno (1997), no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema. A Produção Enxuta, possui cinco princípios definidos como fundamentais na eliminação das perdas, resumindo todo o pensamento enxuto. Esses princípios são conhecidos como ensinamentos que orientam as empresas que queiram adotar esta filosofia Fonseca (2017).

Womack e Jones (1996) buscaram difundir o *lean* na indústria e definiram cinco concepções para gerar satisfação ao cliente. Eles são:

- a) Valor: encontrar o que é realmente relevante ao cliente e como realizar. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, e não pela

empresa. E para isso, este produto deve ter requisitos que atendam às necessidades do cliente, com um preço específico e entregue em um prazo adequado. A empresa cria este valor que concebe, projeta, produz, vende e entrega o produto ao cliente final.

- b) Cadeia de valor: saber a diferença entre os processos que vai agregar valor ao produto e eliminar as atividades que não possuem interesse aos consumidores. É o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio, caracterizadas como tarefa de solução de problemas, tarefa de gerenciamento da informação e tarefa de transformação física (WOMACK e JONES, 1998).
- c) Fluxo: implementar um processo natural, constante, e que consiga reduzir o tempo de processo e estoques. Após identificado o valor de acordo com o primeiro princípio, mapeada a cadeia de valor do produto e eliminados os desperdícios de acordo com o segundo princípio, o passo seguinte é fazer com que o fluxo otimizado de valor flua de forma harmônica até a chegada do produto ao cliente final;
- d) Sistema Pull: identificar um fluxo definido pelo cliente, ou seja, produção puxada pela demanda. Ou seja, este conceito consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário. Visa evitar a acumulação de estoques de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando o cliente precisar, nem antes nem depois;
- e) Perfeição: buscar a melhoria constante sempre, encontrando a perfeição com o envolvimento de todos os colaboradores da cadeia produtiva.

Logo, Ghinato (2000) afirma que, a partir do conceito dos cinco princípios, observa-se que o que move a transformação da iniciativa enxuta é a especificação correta do valor para o cliente final, acabando com a tradicional forma de cada membro da cadeia de valor especificar de forma diferente.

Para Azevedo (2010), os princípios conectados com a melhora dos processos produtivos, tem como resultado o aumento da qualidade e a redução dos custos. Ser imprescindível é o que impõe um valor ao produto e apenas os clientes são responsáveis por determina-lo.

Portanto, para Rother e Shook (1998), a Produção Enxuta possui ferramentas que são consideradas instrumentos utilizados para implementação de um Sistema de Produção Enxuta, sendo elas:

- a) 5s: tem como objetivo melhorar a qualidade dos produtos e serviços; melhorar o ambiente de trabalho e de atendimento ao usuário; melhorar a qualidade de vida dos funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios;
- b) Mapa de Fluxo de Valor: consiste no processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente ao produto. Entende-se por fluxo de valor o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a colocação do pedido até a entrega ao consumidor final;
- c) Just in Time: este sistema consiste em fabricar somente aquilo que se vende, de preferência que se venda primeiramente, depois fabricar e posteriormente entregar;
- d) Kanban: é o sistema de comunicação da ferramenta Just in Time. É uma forma de ordenar o trabalho, definindo o que, quanto, quando, como produzir, como transportar e onde entregar.
- e) SMED: consiste na quantidade de tempo necessária para trocar uma referência desde a última peça produzida de um lote até a primeira peça produzido no seguinte lote de produção.

2.2 5S

2.3 Setup

2.4 SMED

De acordo com Fonseca (2017), a ferramenta SMED ou Troca Rápida de Ferramenta, é utilizada na produção enxuta, visa reduzir os desperdícios durante os processos de fabricação.

Criado por Shiego Shingo, a ferramenta SMED é o método mais eficaz para a melhoria da atividade de *setup*. Tendo como objetivo, obter tempos de mudanças de ferramentas em poucos minutos (NETO e OLIVEIRA, 2017).

A ferramenta SMED é de origem japonesa e sua criação ocorreu por volta de 1950 e se desenvolveu ao longo de dezenove anos por Shingo (1985) devido a necessidade da fabricação de lotes menores para atender a diversidade de produtos que os clientes demandavam. Na década de cinquenta, Shingo recebeu um convite para estudar eficiência na *Toyo Kogyo's Mazda* em prensas utilizadas para estampar os painéis de automóveis e que não utilizavam a sua capacidade total. Com o estudo detalhado das prensas, o autor resultou na conclusão de que a prensa trabalhava efetivamente somente 3% ao dia.

O termo SMED, é a capacidade de fazer os *setups* nas operações em uma quantidade de tempo inferior a dez minutos. Mesmo sabendo que não são todas as operações capazes de realizar esse limite de tempo, o uso da ferramenta vem com o objetivo de diminuir o tempo de *setup* de forma drástica (SHINGO, 1985 *apud* FONSECA, 2017).

Logo, o SMED, não só torna mais ágil o *setup* como também é mais flexível na qualificação dos operadores responsáveis por ele, pois busca encontrar o nível ótimo para executar a atividade (PADILHA *et al*, 2012).

2.4.1 Estágios conceituais do SMED

Shingo (1985) define que os tempos de *setup* possuem infinitas variações, pois dependem do tipo de operação e do equipamento que está sendo usado. Mesmo com tantas variações, esses tempos geralmente se enquadram em quatro funções, a primeira é a preparação de matéria prima, dispositivo de montagem e acessórios, sendo ela responsável por 30% do tempo, posteriormente é a fixação e remoção de matrizes e ferramentas que ocupa 5% do tempo de *setup*.

Após essa atividade, é o ajuste de centro e determinação das dimensões das ferramentas, que possui 15% na proporção do tempo de *setup* e a quarta função são os processamentos iniciais e ajustes, que demandam 50% do tempo.

A partir dessa separação, foi definido por Shingo (1996) oito técnicas do SMED para redução do tempo de *setup*, elas são:

a) Separação das Operações de *setup* internas e externas, onde se separa as atividades que são possíveis realizar com a máquina parada ou em produção.

b) Converter *setup* interno em externo, buscar uma forma de conseguir realizar a maior parte das atividades com a máquina produzindo.

c) Padronizar a função da atividade e não o tamanho ou forma da ferramenta ou matriz, pois assim você não padroniza tudo no maior tamanho, mas uniformizar as peças utilizadas.

d) Utilizar grampos funcionais, ao invés de parafusos, tornando assim mais eficiente quando realizada a sua troca, pois um parafuso deve ser girado diversas vezes até o fim, gerando desperdício de tempo, logo, busca-se fixadores com apenas um movimento, encaixes e outros.

e) Usar dispositivos intermediários que auxiliam no processamento do item, ou seja, um dispositivo padrão capaz de prender a próxima peça e prepará-la para a produção enquanto a peça anterior ainda está sendo produzida. Assim, não há desperdício por espera.

f) Adotar operações paralelas, segundo o autor, trata-se de utilizar um segundo operador para realizar a atividade em outra parte da máquina, reduzindo o tempo de movimento em torno da máquina. Segundo Shingo (1996), quando há dois operadores realizando as atividades em paralelo, há uma redução de 50% no tempo de *setup*.

g) Eliminar os ajustes devido ao alto tempo desperdiçado realizando a função. Quando há uma padronização no ajuste de altura, ou alguma variável da produção, é possível eliminar o maior desperdício durante o *setup*.

h) Por fim, a mecanização, que, deve-se apenas ser utilizada após a implementação das sete melhorias anteriores, porém, deve-se estar atento pois ao mesmo tempo que pode ser benéfica para reduzir o *setup*, pode ocultar perdas do seu processo. Portanto, deve-se linearizar para posteriormente mecanizar o processo produtivo.

Shingo (1996) define quatro estágios básicos da ferramenta SMED. O estágio inicial, segundo o autor, é a não diferenciação do *setup* interno e externo, é considerado o estágio preparatório. Nessa etapa, muitas atividades que poderiam ser executadas como *setup* externo são realizadas quando a máquina não está em movimento aumentando, sem necessidade, o tempo de preparação da mesma.

No segundo estágio, ocorre a separação do *setup* interno e externos, sendo um dos mais importantes. Aconselha-se a criação de uma lista para verificar as peças, condições de operação e ações que devem ser tomadas enquanto a máquina estiver produzindo. Posteriormente deve-se checar o funcionamento dos componentes para evitar esperas durante o *setup* interno (Shingo 1996 *apud* Fonseca, 2017).

Para o terceiro estágio, é realizado a conversão de *setup* interno em externo, e segundo Shingo (1985, p.30) temos que:

Operações que são realizadas como *setup* interno muitas vezes podem ser convertidas para a *setup* externo reexaminando sua verdadeira função. É de extrema importância a adoção de novas perspectivas que não estão vinculadas à velhos hábitos.

Finalizando os estágios básicos do SMED, há a simplificação dos aspectos, onde examina-se as operações de forma em que oportunidades de melhoria sejam aplicadas no *setup* interno e externo (SHINGO, 1996). O autor cita que ao longo dos anos, as mais efetivas melhorias obtidas com o SMED foi, a separação bem definida dos *setups* internos e externos, conversão total do *setup* interno em externo, eliminação de ajuste e fixação das peças sem parafusos.

2.4.2 Aspectos importantes do *setup* que não há consideração no SMED

Na obra de Shingo (1985) não foi possível eliminar todos os problemas que existem nas atividades de redução de *setup*. Portanto, se faz relevante apresentar aspectos do *setup* que influenciam no processo e não são apontados no SMED.

- a) Interferência na sequência de peças, ou seja, quando a equipe define o tempo em que será realizado o *setup* de uma máquina, seja qual for a metodologia, deve-se atentar para a realidade das transições possíveis entre os produtos a serem realizados na máquina. De acordo com Flynn (1987), o tempo para o *setup* tem relação direta com a similaridade entre as tarefas processadas sucessivamente na mesma máquina. Logo, se ambas tarefas processadas em sequência são parecidas, o tempo para

o *setup* será pequeno. No entanto, se as atividades são diferentes, o tempo será proporcionalmente maior.

- b) Perdas durante aceleração e desaceleração podem ocorrer diversas vezes durante o processo. A definição mais comum de tempo de *setup*, como visto anteriormente, é "o tempo que leva da produção de um produto A até a produção de um produto B com qualidade". A partir disso, pode-se considerar a perda de produção conforme o tempo para realizar o *setup* no intervalo entre os lotes de produção com qualidade. Para alguns autores, é reconhecido que a recuperação da capacidade produtiva não é plena exatamente ao fim das atividades de *setup* e nem mesmo após a produção da primeira peça boa do lote seguinte (McINTOSH et al., 2001; HIGGINS, 2001). O mesmo raciocínio pode ser aplicado durante a fase de desaceleração da atividade produtiva, na qual a perda de produção ocorre, apesar de ser muitas vezes imperceptível.

2.4.3 Casos de sucesso utilizando o SMED

Pellegrini *et al* (2012) executaram técnicas de TRF para reduzir tempo de *setup* em fábrica onde se produz mancais de rolamentos, foi estudado o processo de um torno CNC. Os resultados encontrados foram positivos, o tempo de preparação do maquinário foi de 1 hora e 25 minutos para 47 minutos. Foram notadas melhorias e que quando implementadas, obtiveram redução no tempo total de *setup* para 30 minutos. As melhorias foram em ajustes nos turnos de trabalho e maior exploração do dispositivo de ajuste (PELLEGRINI *et al*, 2012). Moreira e Pais (2011) utilizaram o SMED para a redução do tempo de *setup* em uma empresa produtora de moldes que possuem como cliente a indústria automotiva europeia.

Os resultados obtidos da implementação, trouxeram para a companhia estudada, um recebimento de 362.960,00 €, correspondido a 2% do faturamento em vendas da organização (MOREIRA E PAIS, 2011). Fogliatto e Fagundes (2003), utilizaram as técnicas da troca rápida de ferramenta em uma corporação do ramo de móveis. Os resultados encontrados após a implementação da ferramenta foi uma redução de 78% no tempo de *setup*, considerando que a

indústria realiza em média 19 *setups* por mês, este resultado representa uma maior capacidade produtiva para mais 8.664 unidades (FOGLIATTO E FAGUNDES, 2003).

Kumar e Aburhakeer (2012) utilizaram o SMED em uma prensa, onde a atividade é fabricar peças de alumínio que serão utilizadas na montagem de ar-condicionado automotivo. Após a implantação, o tempo de *setup* foi reduzido de 40 minutos para 12 minutos, o que possibilitou o aumento da produção em 5.800 peças (KUMAR E ABURHAKEER, 2012).

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A natureza desta pesquisa é quali-quantitativa, pois, segundo Roesch (1999), a pesquisa qualitativa, haverá coleta de dados proveniente da observação de um membro participante do estudo. E quantitativa, pois os dados e informações serão revertidos em números para análise afim de encontrar um resultado através de recursos estatísticos.

Por sua vez, o objetivo da pesquisa é definido como explicativa, com característica de descrever os fatores determinantes e relevantes para o acontecimento dos fatos. Além de aprofundar o conhecimento da realidade explicando a razão e os motivos dos eventos. (SILVA, 2001).

A pesquisa é classificada como uma pesquisa-ação, que segundo Silva (2001), é realizada após a realização da coleta de dados empíricos e pesquisa documental, verificando as relações existentes entre os objetos de estudo.

3.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma indústria de grande porte do ramo agroquímico, onde ocorre a produção de defensivos agrícolas. Neste estudo será utilizado a ferramenta SMED para a diminuição do tempo de *setup* em uma máquina de envase que tem como característica o envase de uma alta variação de produtos, sendo necessário a realização de *setups* durante a sua produção.

3.2 Coleta de dados

Para a realização do estudo, foi realizado acompanhamento durante os *setups* com coleta de dados, analisando o procedimento que o colaborador realizava a atividade, bem como coleta do tempo da realização da atividade e dos movimentos praticados pelo operador. Após a aplicação da ferramenta, realizou as mesmas coletas afim de análises comparativas futuras.

3.3 Análise dos dados

Após o período de coleta dos dados antes e depois da ferramenta, foi realizado o comparativo entre as informações coletadas, bem como a atualização dos procedimentos para a realização do *setup*. Além do comparativo,

foi feito uma análise econômica para obter informações dos custos gerados pela atividade que era realizada e após a aplicação da ferramenta.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 A empresa

O trabalho foi realizado em uma indústria multinacional de produtos agroquímicos situada no norte do Paraná, no qual se fabrica e envasa produtos como inseticida, fungicida e herbicida. A empresa possui outra filial no estado do Rio Grande do Sul, e possui aproximadamente 600 funcionários.

4.2 O processo

Há diversos processos para a fabricação de um defensivo agrícola, as etapas de fabricação se diferem de acordo com a especificidade de cada produto, no entanto, há um padrão entre as operações. Esses padrões são, a pesagem das matérias primas, a mistura entre elas nos tanques (Figura 1) e ao final da sua produção o lote fabricado passa pelo controle da qualidade para identificar se a concentração final do produto está de acordo com a lista técnica do produto.

Figura 1 – Tanques de formulação



Fonte: Site Life Saneamento (2018).

Há o recebimento das matérias primas e o ativo, podendo ser da indústria nacional ou importado, além dos estados físicos, podendo ser de característica sólida ou líquida. Inicialmente no processo há a pesagem dos materiais (Figura

2) que serão utilizados, afim de garantir que ao final do processo irá obter o volume desejado.

Figura 2 – Pesagem da matéria prima



Fonte: BIDOIA (2014)

Posterior a pesagem das matérias primas e do ativo, inicia o processo de mistura, onde geralmente o material sólido é misturado com os líquidos. Durante o processo de mistura, pode ser necessário o aquecimento ou o resfriamento, além de outras características adicionados no processo, como a moagem ou recirculação do produto entre os tanques.

Ao finalizar a formulação do defensivo, é enviado uma amostra para o controle de qualidade, onde irá definir a concentração do produto acabado e será aprovado o produto final ou se há a necessidade de correção para atingir a concentração estabelecida pela lista técnica.

Após a aprovação do controle de qualidade, o produto acabado é envasado em embalagens de diversos tamanhos, podendo ser de 1L até 1000L, variando de acordo com as negociações de compra e venda.

Nessa etapa, o produto acabado é enviado através de tubulações para a máquina de envase (Figura 3), mais precisamente para um tanque que possui bicos injetores que despejam o líquido na quantia correta para a embalagem definida para a produção atual.

Figura 3 – Máquina de envase



Fonte: NOCELLI (2018)

Para o estudo foi acompanhado o processo de envase de um fungicida em embalagens de 20 litros.

4.3 Contaminação Cruzada

A contaminação cruzada é um fator de extrema importância para diversos ramos da indústria, sendo mais comumente vista em indústrias alimentícia. Como os portfólios das fábricas de alimentos são diversificados, dificilmente existe exclusividade de máquinas para os produtos, ou seja, há uma utilização de diversos produtos em uma máquina.

Portanto, quando há contaminação do produto X pelo produto Y, chamamos de contaminação cruzada. Que consiste na aparição de alguns ingredientes do produto Y no produto X, impactando na produção do alimento, podendo mudar suas características, o que pode ocasionar na perda do lote fabricado, problemas com qualidade e problemas com o consumidor final, caso a contaminação não seja detectada.

Assim como na indústria alimentícia, podemos encontrar esse termo na indústria farmacêutica, produtos de higiene e agroquímica. Para a indústria agroquímica é de extrema importância que não ocorra contaminação cruzada, pois, se caso um produto final para combate de fungos for enviado com alguma concentração de ingrediente ativo para insetos, pode ocasionar a devastação de toda plantação do agricultor.

Portanto, afim de não ocorrer esse tipo de falha no processo, as empresas precisam realizar uma descontaminação a cada final de produção para dar início no próximo item a ser produzido. Há diversos procedimentos que podem ser seguidos variando de acordo com o segmento e os produtos que são fabricados em cada máquina.

4.4 Mapeamento do Estado Atual

Inicialmente foi realizado uma apresentação ao time definido para realizar a melhoria, onde foi debatido o que seria realizado, qual era a causa raiz do problema, como seria realizado e as oportunidades e possíveis resultados após a implantação do SMED, ou seja, foi desenvolvido um plano baseado nos objetivos a serem atingidos.

Para isso, foi realizado a visita *in loco* para avaliar todas as dificuldades e oportunidades da área onde seria realizado o projeto. Durante a permanência no chão de fábrica, foram realizadas observações do setor, análise das documentações referente as atividades do setor, conversas com os operadores da área e por fim, avaliado quais seriam os dados utilizados no estudo e qual seria a melhor forma de obtê-los.

4.5 Aplicação 5S

Antes de iniciar a coleta de dados e realização das atividades, foi aplicado um 5S no setor, afim de tornar o espaço de trabalho mais eficiente e produtivo, além de trazer mais segurança para a realização das atividades durante o SMED.

4.6 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em duas etapas, sendo a primeira, realizada com o colaborador sem treinamento e sem nenhuma ação de melhoria com a aplicação do SMED e a segunda etapa da coleta, foi após o colaborador receber o treinamento e com melhorias no processo após a aplicação do SMED.

Para a primeira etapa, foi realizada a gravação e cronometragem da descontaminação pelo operador. A atividade foi feita de acordo com o que tinha como padrão do procedimento atual. Após o levantamento das informações, foi realizado um gráfico com os movimentos do operador, bem como relatado

detalhadamente as atividades realizadas, os tempos encontrados para cada atividade e a quantidade de efluente gerado para realizar a descontaminação.

Quanto a segunda etapa, os mesmos acompanhamentos anteriores foram feitos, porém, com algumas alterações no processo e com o funcionário treinado pelo novo padrão de operação que deveria ser seguido por ele. A partir da análise dessa nova descontaminação, foi possível obter os resultados após a aplicação do SMED na máquina de envase.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Tempo de Descontaminação

Após a coleta dos dados estabelecidos para o estudo, iniciou-se a análise dos dados, efetuando o comparativo entre as atividades antes (Figura 4) e após (Figura 5) a aplicação do SMED.

Figura 4 – Atividades do operador antes da aplicação do SMED

POSIÇÃO	ATIVIDADE	INICIO	DURAÇÃO	POSIÇÃO	ATIVIDADE	INICIO	DURAÇÃO
1	Retirou ferramental	00:00:00	00:01:10	21	Ligou bomba de efluente	00:17:08	00:00:24
2	Contornou a ECH para retirar ferramental	00:01:10	00:03:41	22	Buscou EPIs	00:17:32	00:00:26
3	Levou ferramental para o carrinho e continuou a operação	00:04:51	00:02:35	23	Acompanhamento da ECH	00:17:58	00:00:57
4	Supervisorio	00:07:26	00:01:27	24	Banheiro	00:18:55	00:05:44
5	Retirou as balanças	00:08:53	00:01:17	25	Verificou caixa de efluente e trocou efluente	00:24:39	00:07:38
6	Levou balanças para o carrinho	00:10:10	00:00:29	26	Lavagem ligada	00:32:17	00:02:09
7	Checou bombas e cubas	00:10:39	00:00:58	27	Solicitação de ajuda para operador	00:34:26	00:02:11
8	Supervisorio	00:11:37	00:00:22	28	Lavagem parada	00:36:37	00:15:41
9	Empurrou calha	00:11:59	00:00:06	29	Verificou válvulas, mangotes e cuba	00:52:18	00:16:13
10	Supervisorio	00:12:05	00:00:31	30	Fábrica 10	01:08:31	00:04:55
11	Verificou portas e válvulas na ECH	00:12:36	00:00:31	31	Trocou IBC	01:13:26	00:01:30
12	Supervisorio	00:13:07	00:00:41	32	Lavagem ligada	01:14:56	00:16:30
13	Desligou bomba de efluente	00:13:48	00:00:10	33	Lavagem interna da ECH - Troca de operador	01:31:26	00:06:34
14	Supervisorio	00:13:58	00:00:37	34	Lavagem parada	01:38:00	00:03:00
15	Verificou o interno da cuba	00:14:35	00:00:27	35	Lavagem da cuba e ECH	01:41:00	00:30:00
16	Supervisorio	00:15:02	00:00:33	36	Lavagem ligada	02:11:00	00:04:00
17	Recuo da calha	00:15:35	00:00:10	37	Amostrou e finalizou o processo	02:15:00	00:10:00
18	Supervisorio	00:15:45	00:00:55				
19	Empurrou calha	00:16:40	00:00:08				
20	Supervisorio	00:16:48	00:00:20				

Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 5 – Atividades do operador após melhorias do SMED

POSIÇÃO	ATIVIDADE	INICIO	DURAÇÃO	POSIÇÃO	ATIVIDADE	INICIO	DURAÇÃO
1	Posição Inicial	00:00:00	00:00:00	15	Pegar EPI e vestir	00:40:00	00:04:00
2	Supervisório	00:00:00	00:00:01	16	Verificar interno da cuba	00:44:00	00:01:00
3	Retirada das Balanças	00:00:01	00:02:22	17	Religar a lavagem via spray	00:45:00	00:02:15
4	Fechar válvula de produto na cuba	00:02:23	00:00:27		Retirar a mangueira	00:47:15	00:01:05
5	Supervisório	00:02:50	00:00:13	18	Verificar interno da cuba	00:48:20	00:02:34
6	Posicionar a calha em modo lavagem	00:03:03	00:00:17	19	Religar a lavagem via spray	00:50:54	00:07:06
7	Supervisório	00:03:20	00:00:38		Verificar interno da cuba	00:58:00	00:01:00
8	Recolher a calha em modo Operação	00:03:58	00:00:15		Religar a lavagem via spray	00:59:00	00:03:00
9	Supervisório	00:04:13	00:00:40	20	Limpeza interna da ECH	01:02:00	00:04:00
10	Posicionar a calha em modo lavagem	00:04:53	00:00:07	21	Religar a lavagem via spray	01:06:00	00:03:00
11	Acionamento do sistema de lavagem	00:05:00	00:00:22	21	Verificar interno da cuba	01:09:00	00:00:36
12	Operações na plataforma: Erguer mangote	00:05:22	00:00:18	22	Buscar frasco	01:09:36	00:04:04
	Operações na plataforma: Troca de linha	00:05:40	00:01:45	23	Retirar Amostra	01:13:40	00:01:00
13	Ligar bomba de efluentes	00:07:25	00:22:02	24	Limpeza interna da ECH	01:14:40	00:08:20
14	Alinhar água pra Sprayball	00:29:27	00:10:33				

Fonte: próprio autor (2019)

De acordo com os dados apresentados, observasse a diferença em número de atividades entre elas, e a quantidade total de tempo para realizá-las. A figura 6 apresenta a quantidade de atividades e de tempo gasto por um colaborador treinado e um colaborador sem treinamento.

Figura 6 – Comparativo entre os operadores

	Operador antes do SMED	Operador após o SMED
Tempo total	02:25:00	01:23:00
Atividades	37	29

Fonte: Próprio autor (2019)

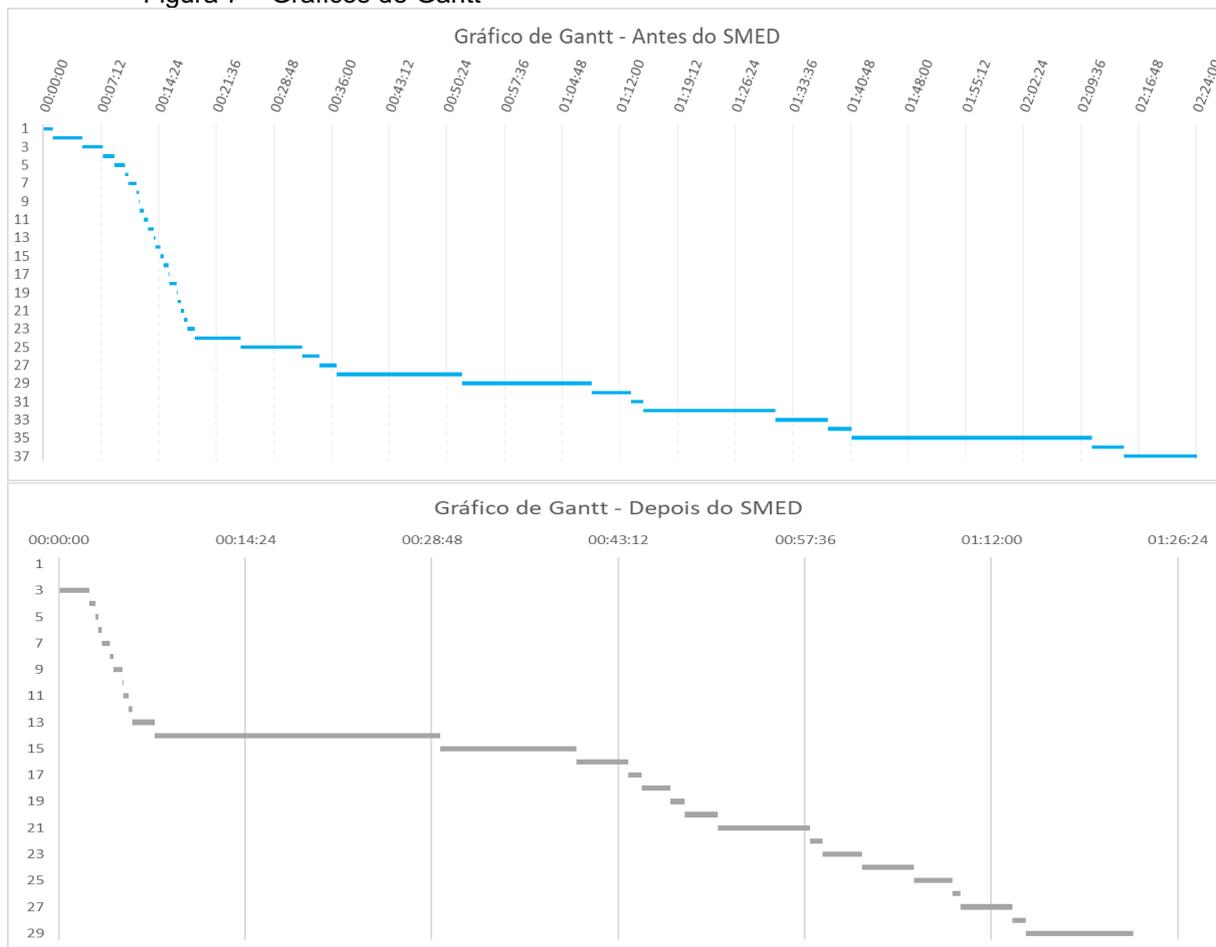
Entre as operações, destaca-se a atividade de ir até o supervisório como a atividade que possui uma alta frequência, bem como a verificação das caixas de efluente e equipamentos da máquina.

É notável a diferença entre o tempo gastos para a realização da atividade antes do treinamento, ou seja, anterior ao SMED, e o tempo de atividade total para funcionário após as melhorias aplicadas. A quantidade de atividades realizadas para o setup antes de aplicar a ferramenta também é menor do que a quantidade de atividades após o processo.

5.2 Gráfico de Gantt

Com objetivo de obter uma melhor visibilidade nas oportunidades e melhorias com a aplicação da ferramenta, foi utilizado o Gráfico de Gantt das atividades, a fim de ter uma análise dos tempos de cada tarefa, onde é possível visualizar a duração de cada atividade no tempo (Figura 7).

Figura 7 – Graficos de Gantt



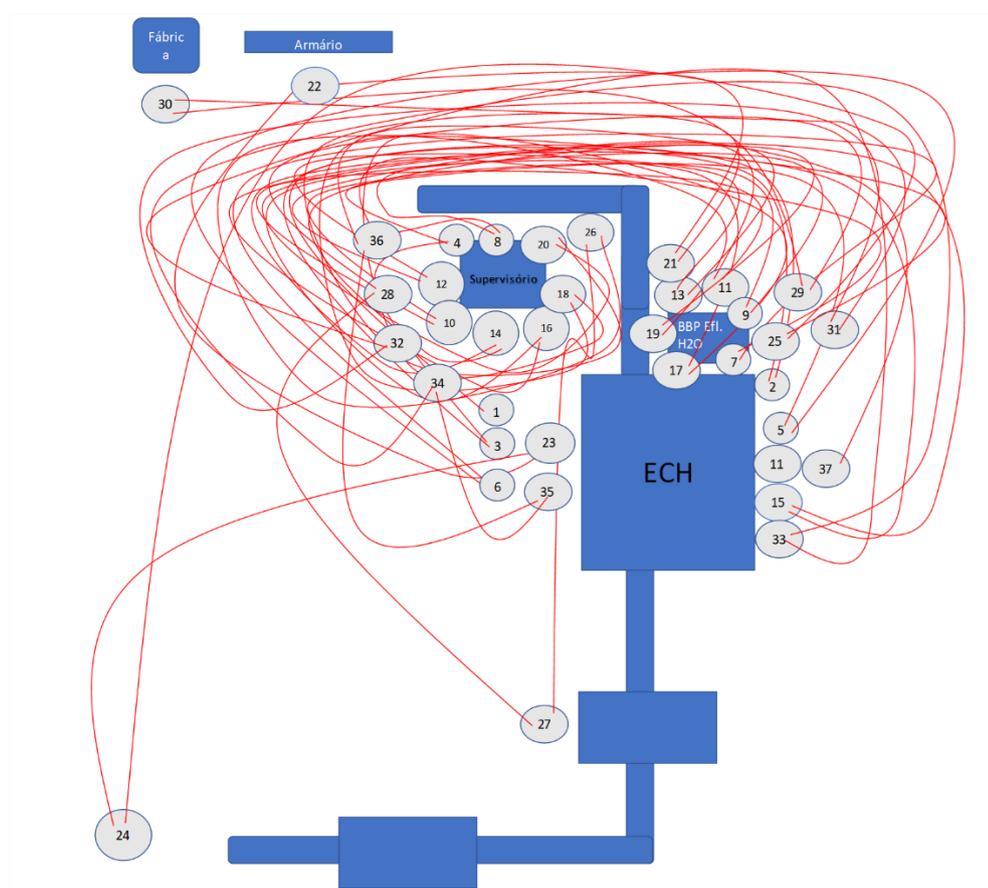
Fonte: Próprio autor (2019)

5.3 Diagrama de Espaguete

O Diagrama de Espaguete retrata a movimentação do operador durante as atividades, evidenciando a quantidade de movimentos desnecessários realizado durante a realização do *setup* e como foi a evolução após a aplicação da ferramenta.

A Figura 8 apresenta 37 atividades realizadas durante a descontaminação e todo o seu movimento pelo setor. Para melhor entendimento, demos a nomenclatura de ECH para a máquina onde era realizado o envase, portanto, o *setup*.

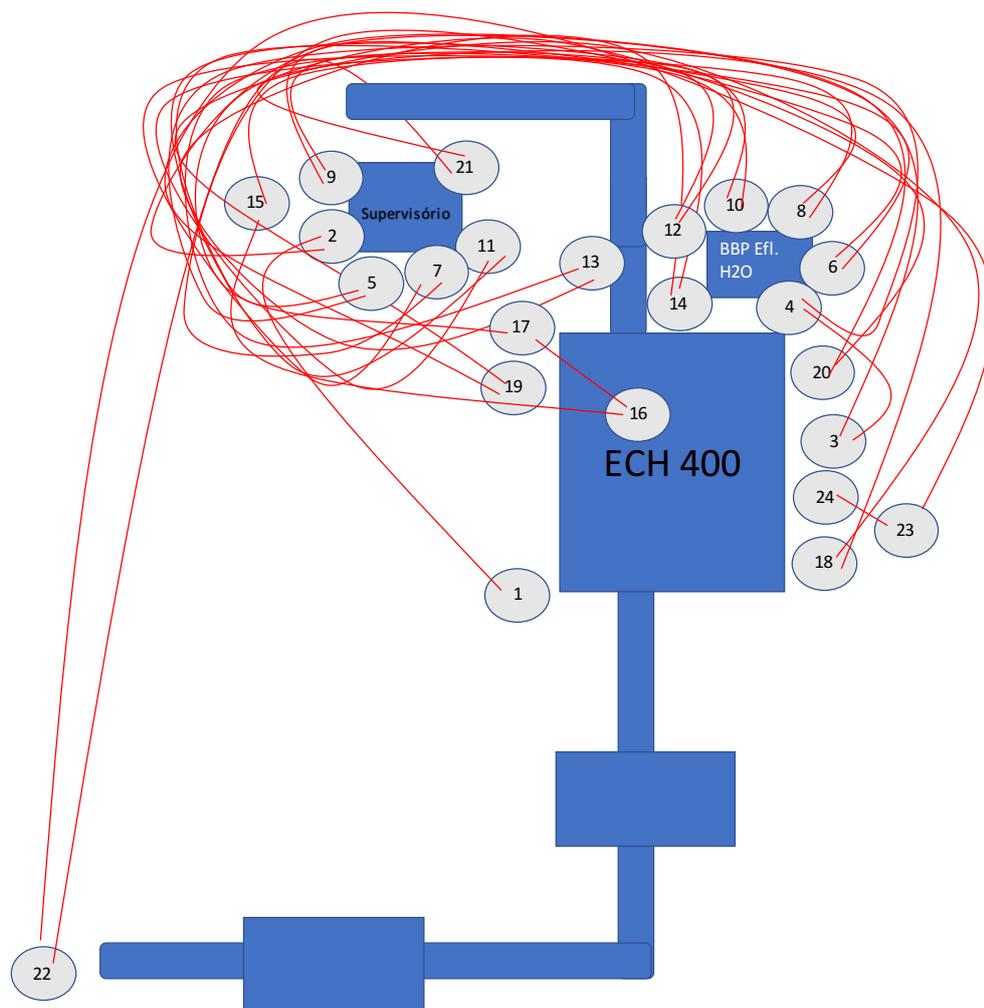
Figura 8 – Diagrama de Espaguete do operador antes do SMED



Fonte: Próprio autor (2019)

O diagrama de Espaguete após o projeto (Figura 9), fornece uma quantidade menor de movimentação do colaborador, uma vez que ele realiza menos atividades, otimizando seu movimento e melhorando a operação.

Figura 9 - Diagrama de Espaguete do operador após SMED



Fonte: Próprio autor (2019)

Comparando os gráficos apresentados, a diminuição das atividades, ou seja, com a otimização do processo de descontaminação, houve uma redução na movimentação do operador, sendo que anteriormente ao estudo, ele realizava 37 atividades e posteriormente realizou 29 atividades, trazendo benefícios como a diminuição da fadiga.

5.5 Efluente

O objetivo do projeto foi de obter a redução do tempo de *setup*, portanto, todo o SMED foi desenvolvido e planejado para melhorar o procedimento da descontaminação da máquina. No entanto, durante as coletas dos dados, foi registrado a quantidade de efluente gerado pelo processo, a fim de analisar se a alteração influenciaria na geração do efluente, o que influencia a eficácia e viabilidade do processo, tendo em vista o custo elevado para tratamento do mesmo.

Com os resultados coletados, após a etapa de análise de dados, observou-se uma redução significativa na geração de efluente químico ocasionado pela descontaminação, o que ocasiona um benefício para a empresa com a aplicação do SMED.

Na época o custo para realizar o tratamento de efluente estava em R\$0,50/litro e era realizado em média 20 descontaminações no mês (figura10).

Figura 10 – Efluente gerado e custo mensal

	Operador Não Treinado	Operador Treinado
Quantidade de Efluente (L)	1600	800
Custo do tratamento de efluente R\$ 0,50/litro	R\$ 800,00	R\$ 400,00
Custo mensal com tratamento 20 descontaminações	R\$ 16.000,00	R\$ 8.000,00

Fonte: Autor próprio (2019)

Portanto, podemos notar o valor significativo encontrado após a aplicação do SMED, reduzindo a quantidade de efluente gerado em 50%, beneficiando o meio ambiente e também na redução de custos para a empresa.

6. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados no trabalho demonstram que a aplicação da ferramenta SMED, pode ser uma alternativa viável para empresas que buscam a redução do *setup*, uma vez que as oportunidades encontradas durante o projeto são capazes de otimizar as atividades realizadas pelos colaboradores e possuir um retorno positivo para a empresa e para o funcionário.

Para o estudo de caso em questão, pode-se perceber que houve uma notável redução no tempo de *setup*, uma vez que, antes da aplicação do SMED não havia um procedimento padrão para realizar a atividade de descontaminação, resultando em uma operação com diversas atividades aleatórias, gerando uma quantidade excessiva de atividades e um longo tempo de operação.

No entanto, com a aplicação do SMED e a realização de padronização do procedimento e o treinamento do operador, notou-se uma diminuição das atividades e com isso, redução no tempo total de operação.

Além da redução do tempo durante as operações e a quantidade de atividade, pode-se perceber, a partir do diagrama de espaguete, a diferença entre a movimentação do operador durante as atividades sem a aplicação da ferramenta e após aplicá-la. Há diversas oportunidades quando se trata de movimentação, pois além de reduzir tempo da operação, pode-se reduzir a fadiga do colaborador, tornando a tarefa menos exaustiva e influenciando na qualidade do trabalho do operador.

O estudo apresentou uma melhoria voltada ao meio ambiente, resultando, após a utilização da ferramenta, redução na geração dos efluentes químicos que necessitam de tratamento, trazendo benefícios ao ambiente e a redução nos custos da empresa com o tratamento externo dos efluentes gerados durante o processo de descontaminação.

Portanto, após a realização do presente estudo, recomenda-se a utilização da ferramenta SMED para a redução dos tempos de *setup*, devido a sua elevada eficiência, facilidade de implementação e os resultados obtidos após a realização do trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, B. M. M. **Modelo de implementação de sistema de produção Lean no INESC Porto**. p. 49, p.–49, p., 2010.

BARBOSA, Alex Lourenço. **Redução de tempos de *setup*: aplicação de troca rápida de ferramentas em indústria de bebidas**. 2015. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139088>> Acesso em: 19 Out, 2020.

BLACK, J. T.; **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 288 p.

CAMBRUZZI, C. L.; VIEIRA, E. L. **Estudo para redução do tempo de *setup* em máquina injetora de plástico**. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 36., Joinville, 2017.

CARVALHO, C. P.; SENNA, N. N. B. **Planejamento estratégico. Estudo de caso no mercado de farmácia de manipulação**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., Fortaleza, 2015.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA, 2020. **Mercado de insumos agrícolas**. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/acesso-a-informacao/publicacoes-institucionais/publicacoes-dee/Cadernoinsumosagricolas.pdf>> Acesso em: 29 Set, 2020.

COSTA, Letícia Magalhães da; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e, 2012. **A indústria de defensivos agrícolas**. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4643/1/BS%2024%20O%20Setor%20de%20Agroqu%C3%ADmicos_P.pdf>. Acesso em: 19 Out, 2020.

ELMAGHRABY, S. E., 1978. **The economic lot scheduling problem (ELSP): review and extensions**. Management Science 24: 587 – 598.

FILGUEIRAS, Felipe de Souza. **A Produção Enxuta Aplicada em uma Empresa de Comércio de Aparas de Papel**. 135 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora / Mg, 2012.

BIDOIA, 2014. **BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA PRODUTOS DE HIGIENIE PESSOAL**. Disponível em: <https://www.farmaceuticas.com.br/guia-da-rdc-48-2013-boas-praticas-de-fabricacao-para-produtos-de-higiene-pessoal-cosmeticos-e-perfumes/>. Acesso em: 11 Nov, 2014.

FERRAZ, Jose Augusto de Castro Barbosa. **Manufatura Enxuta: o caso da Becton Dickinson**. Rev Cont Fin, v. 20, n. 5, p. 532-550, 2006.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. **Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso.** Gestão & Produção. v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

FRANCELINO, W. R. **Análise de gargalos de produção e proposta de melhorias baseadas nos conceitos *lean manufacturin*.** Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

GHINATO, P. (2000) - **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção.** In: **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações.** Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

JUNIOR, E. L. C. **Gestão em processos produtivos.** Curitiba: IBPEX, 2008

KAYSER, D. **Identificação e Redução de Perdas Segundo o sistema Toyota de produção: Um estudo de caso na área de revestimento de superfícies.** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Detlev%20Kayser.PDF>> Acesso em: 13 Out, 2020.

KUMAR, B. S; ABUTHAKEER S. S. **Productivity enhancement by implementing lean tools and techniques in an automotive industry.** Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, 2012. 1584 – 2665p.

LAMMEL, S, João, 2018. **A importância da indústria agroquímica para o negócio brasileiro.** Disponível em: <http://www.abifina.org.br/revista_facto_materia.php?id=715>. Acesso em: 19 Out, 2020.

LIFE SANEAMENTO, 2021. Disponível em: <<https://www.lifesaneamento.com.br/produto/tanques-para-produtos-quimicos-em-aco-inox-ou-prfv/380>>. Acesso em: 24 abr 2021

MARSHALL, I. J. et al. **Gestão da Qualidade.** 5. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção.** 3 ed. Minas Gerais: Saraiva, 2016. 561 p.

MCINTOSH, R. et. al. **An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance.** International Journal of Operations & Production Managemen, Vol. 16, n.9, pp. 5D22, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2012**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 07, Nov, 2019.

MOREIRA, A. C.; PAIS, G. C. S. **Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation**. Journal of Technology Management & Innovation, Aveiro, v. 6, n. 1, mar. 2011.

MURPHY, Tom. **Kaisen cuts costs**. Ward's Auto Word, Detroit, Dec./1997.

NOCELL, 2018. Disponível em: <http://www.brasilmaquinas.com.br/embaladoras/embaladora-automatica/embaladora-24-bicos-serac_i1034>. Acesso em: 21 Abr.2021

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OHNO, Taiichi (1988) **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, J. S.; NETO, A. S. S. **APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SMED PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE MATERIAIS EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 37., Joinville, 2017.

OLIVEIRA, Luiz Guilherme Bruno de. **Levantamento sobre o uso de defensivos agrícolas na região de Andradina – SP**. Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

PADILHA, CARLOS. M. C; ALBERTIN, MARCOS. R. A; SOUZA, FRANCISCO. J. S; CASTRO, CARLOS. H. C; DIOGENES, LEONIA.O.M. **Aplicação de um método de troca rápida de ferramenta (TRF) em uma empresa de bebidas**. Enegep. Bento Gonçalves, 2012.

PAIVA, A. A.; AMARAL, H. V.; BARBOSA, M. V.; LUCAS, G. A. P.; COUTINHO, R. E. T. **Análise de tempos de setup no processo produtivo de embalagens metálicas**. In: X Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – XSEGeT. Resende-RJ, 2013.

PASQUALINI, M, 2004. **Fordismo: uma análise aplicada aos casos do Brasil e Japão**.

PELLEGRINI, S., et al. (2012). **Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen**. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Turkey.

PIRES, S. R. I., **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias e casos** – Supply chain management. São Paulo: Atlas, 2004. 310 pgs.

RIBEIRO, H. Guia de Implantação do 5S. São Caetano do Sul: PDCA Ed, 2010. 184p.

ROCHA, T. **Gestão de custos: identificação lucro ou prejuízo na empresa.** Monografia (Graduação) - Curso de bacharel em administração de empresas, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014. HA, T. Gestão de custos: identificação lucro ou prejuízo na empresa, 2014. Monografia (Graduação) - Curso de bacharel em administração de empresas, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROTHER, M. & SHOOK, J. (1998). **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.** The Lean Enterprise Institute, MA, USA.

SANCHEZ A. M., PEREZ M. P., Lean indicators and manufacturing strategies - **International Journal of Operations & Production Management**, 2001. Vol. 21 No. 11, pp. 1433-1452.

SANTOS, Carlos. A. **Produção Enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil.** Curitiba: UFPR, 2003. 238 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PGMEC), Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2003.

SECRETARIA ESPECIAL DE AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Agricultura familiar do Brasil é 8ª maior produtora de alimentos do mundo. 2018.** Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-%C3%A9-8%C2%AA-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>>. Acesso em 19 Out, 2020.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System.** Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas.** Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. Ed. Rev. Atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2011. 121p.

SILVA, Jane Azevedo da; Apostila de Controle da Qualidade I. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos. Princípios e prática de impacto estratégico.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

SOUSA, Taelen de Jesus Ferreira; BRANCO, Antonio do Nascimento; DIAS, Nayana Teixeira; LACERDA JUNIOR, Ney Teixeira de; PANTOJA, Charles Lima. **Proposta de melhoria do processo de uma fábrica de polpas por meio da metodologia de análise e solução de problemas.** In: XXXV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza/CE, 2015.

SOUZA, R. V. B.; **Método de Aplicação de Técnicas para Redução de Tempos de Setup como Meio para Aumento da Produtividade em Indústrias Gráficas.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2009.

WOMACK, J.P. and D.T. Jones, **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.** 1996, New York: Free Press.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.** New York: Free press, 2003.