

O IMPACTO DO APRIMORAMENTO DO TEMPO DE SETUP UTILIZANDO TÉCNICAS DE DFMA EM CONJUNTO COM SMED

Espedito Bernardino da Silva Junior (Fatec Cotia) – speedfera10@gmail.com

Cleverson Faber de Assis (Fatec Cotia) – faberassis@gmail.com

Resumo

O presente trabalho aborda o assunto que relaciona a melhoria no tempo de setup para a troca de versão de um determinado produto em uma máquina de envase de produtos à base de Hipoclorito, onde atualmente o processo de setup desta empresa não é eficaz, o que acaba afetando a produção da máquina. Ainda, pelo fato de não existir as ferramentas adequadas para a realização deste setup. Atualmente essa troca de versão leva em torno de 27 horas e com o desenvolvimento de uma ferramenta adequada utilizando a técnica de Design for Manufacturing and Assembly (DFMA), em conjunto a ca técnica de Single Minute Exchange of Die (SMED) o tempo reduzirá significativamente para cerca de 3,5 horas. Assim otimizando o tempo de troca, garantia da qualidade nas análises realizadas pós lavagens, redução de mão de obra ociosa durante o tempo de setup e maior produtividade do produto acabado com ganho de tempo devido menor período de lavagens e economia no consumo de água.

Palavras-chave: DFMA. SMED. Desenvolvimento de ferramenta. Melhoria no tempo de setup. Maior produtividade. Economia no consumo de água.

INTRODUÇÃO

A criação e implementação de ferramentas na indústria para melhorias de processos produtivos é um fator que vem sendo cada vez mais utilizado em grandes e médias empresas (Loureiro, 2016). Sendo assim para a melhoria e otimização no processo de troca de versão e setup de máquina é utilizada a metodologia de Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) desenvolvida e utilizada na década de 70 por dois engenheiros norte-americanos chamados Boothroyd e Dewhurst onde eles conduziam estudos direcionados a consideram restrições de montagem, utilizando o DFMA como parte de projetos com a intenção de reduzir os custos finais na execução das trocas (Barbosa, 2007).

Igualmente, incorporando a metodologia a este trabalho o sistema comumente conhecido por Single Minute Exchange of Die (SMED), refere-se a troca Rápida de Ferramentas, a fim de se alcançar um melhor desempenho durante a troca de ferramentas bem como no processo produtivo de uma máquina. Trazendo assim através das melhorias apresentadas com a implementação de uma ferramenta que traga melhor desempenho do equipamento utilizado para envase de produtos, gerando aumento na produtividade e as reduções nos custos com utilização de água, (PINHEIRO, 2015).

Para este trabalho está sendo realizado o estudo sobre a utilização de uma ferramenta para que se possa e seja possível realizar setup de forma mais rápida, objetivando assim reduzir o tempo de troca de versão de produtos à base de hipoclorito e reduzindo também os níveis de consumo de água na empresa a ser apresentada.

Conforme objetivo deste estudo, o foco é a redução do tempo de troca de versão de produtos a serem envasados, sendo assim conforme os estudos foram se desenvolvendo ao logo do projeto identificou-se a necessidade utilizar um material que não entre em reação com hipoclorito. Dito isso por definição setup é toda troca ou preparação realizada em uma linha de produção onde ocorre no final da produção de um determinado produto até o início da produção seguinte (Slack et al, 2002).

Máquina envasadora é um equipamento especializado em inserir um produto previamente produzido em uma etapa anterior, onde essa máquina é capaz de envasar diferentes tipos de produtos sejam eles gases, líquidos ou sólidos onde nesta etapa não ocorre nenhum tipo de alteração no produto a ser envasado. Para este caso

a máquina de estudo é uma envasadora de líquidos a base de hipoclorito (linha 11), cujo sua finalidade é de inserir o líquido dentro de embalagens plásticas sendo essas consideradas o produto final.

O trabalho realizado e as informações coletadas são da empresa Reckitt Ltda, localizado na Rodovia Raposo Tavares, 8015 km 18,5 São Paulo.

Ainda como motivação deste trabalho um dos objetivos é promover o incentivo dos colaboradores através da utilização de uma ferramenta que otimize este processo. Sendo que a confecção dessa ferramenta foi feita em conjunto com o participante do trabalho em desenvolvimento e em parceria com os colaboradores envolvidos na operação do equipamento o que de fato estimulou de forma positiva trazendo senso de responsabilidade em todos os envolvidos.

2 OBJETIVO

Objetivo geral deste trabalho é a melhora e ganho dos tempos de *setup* e sanitização de uma máquina envasadora de produtos à base de Hipoclorito, através do desenvolvimento e implantação de uma ferramenta, tornando a troca de versão mais rápida e prática, alcançando assim uma redução do tempo de tempo total durante as trocas; A garantia da qualidade das limpezas e aumento em torno da produtividade e por fim a economia do consumo de água.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com estudos muito se tem falado que realizar e analisar as etapas de *setup* é importante para melhorar o desempenho das operações gerais e trocas nas máquinas envasadoras de líquidos (Silva, 2007).

Em relação a isso, um posto de trabalho bem planejado, organizado faz com que gargalos sejam eliminados, implicando diretamente no crescimento do processo produtivo, reduzindo assim movimentações incorretas e trazendo um ganho de tempo com trajetos longos para buscar estes equipamentos. E com a crescente demanda em atender mercado as empresas veem a necessidade e obrigatoriedade de se adaptar para atender as necessidades dos clientes (Evangelista, 2021).

Levando em consideração e em relação a troca rápida de ferramentas o SMED é um método utilizado para reduzir os tempos de troca, técnica essa desenvolvida por

engenheiro japonês Taiichi Ohno e conseqüentemente implantado por outro engenheiro chamado Shigeo Shingo onde o principal objetivo era minimizar as perdas de tempos bem como as avarias do processo produtivo na indústria automobilística, técnica essa que é mundialmente conhecida como sistema Toyota de produção. Essa técnica tem como princípio básico agilizar e preparar o equipamento, com o intuito de eliminar os gargalos das linhas. Tempos estes que eram determinados por longo e demorados processos nas trocas das presas, afetando em cheio o tamanho dos lotes produzidos (SHIGEO, 2002).

Seguindo a mesma lógica de raciocínio as empresas veem a necessidade de possuírem maior capacidade de flexibilidade em seus processos produtivos, buscando assim alcançar o menor tempo possível na realização de suas operações e isso envolver todo o processo que inicia-se na fase de desenvolvimento, passando pela fase de produção e chegando até a colocação dos seus produtos na prateleira com a capacidade de realizar todas estas etapas com o menor tempo possível em resposta a demanda solicitada (Lefcovich, 2008).

Já em relação aos procedimentos técnicos adotados, o projeto baseia-se no estudo de caso. Que segundo o autor este estudo serve de base para compreender um fenômeno atualizado dentro de seu contexto real. Este projeto enquadra-se também como pesquisa-ação, pois desde o início do projeto há o envolvimento direto dos pesquisadores e dos colaboradores da empresa na situação problema (Yin, 2005).

Para alcançar esse objetivo, é fundamental adotar abordagens avançadas de gestão e produção, como a Gestão da Qualidade Total (TQM), a Engenharia Simultânea e a incorporação de tecnologias inovadoras. A Gestão da Qualidade Total (TQM) enfoca a melhoria contínua da qualidade e eficiência em todos os aspectos da operação, desde o controle de processos até o envolvimento dos funcionários, promovendo a excelência operacional. A Engenharia Simultânea é uma metodologia que busca otimizar o desenvolvimento de produtos, permitindo que diferentes equipes trabalhem de forma colaborativa desde as fases iniciais de concepção até a produção, acelerando assim o tempo de lançamento no mercado e reduzindo custos (Motta, 2001).

Segundo os autores o núcleo de qualquer sistema de Design for Manufacturing (DFM) ou Design for Assembly (DFA) é definido por um conjunto de regras e normas a serem seguidas a fim de promover a eficiência de um projeto em termos relacionados com engenharia de fabricação (Boothroyd, & Dewhurst, 2002).

Com isso os engenheiros podem usar Algumas variações de DFM aplicadas em condições de alto ou baixo volume, utilizando também em produtos de maior ou menor complexibilidade.

De forma que os benefícios do DFM são:

- Fabricação e montagem mais simples;
- Melhor ergonomia;
- Redução de retrabalho;
- Melhor qualidade;
- Menos problemas de produção;

Desta forma por definição Design for Assembly, (DFA) é uma especialidade DFM sendo que esta é um método voltado em função de melhorar a montagem dos componentes do equipamento. Para que ambos tanto o DFM, quanto o DFA sejam aplicados de forma essencial durante a produção. E para que isso ocorra de forma ideal alguns critérios devem ser considerados em um estudo DFMA:

- Utilizar métodos de fixações ideais;
- Usar abordagens de montagens em camadas. Deixe a gravidade ajudar;
- Projetar peças de modo que sejam fáceis de autoalinhar e localizar;
- Garantir acesso adequado e visão irrestrita;
- Garantir facilidade e segurança no manuseio de peças e montagens
- Projetar peças que só possam ser instaladas corretamente;
- Minimizar o número de ferramentas necessárias.

Seguindo a ideia em relação a otimização dos processos apontar os sinais de desperdícios durante o processo produtivo, se faz necessária uma transformação, com ligação dos processos, reduzindo os gargalos, fazendo a aproximação dos processos fazendo produzir mais com menor custo (Assis, 2017).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 O QUE É MÁQUINA ENVASADORA?

A máquina envasadora é considerado o principal equipamento dentre todos os componentes pertencentes em uma linha de produção. Equipamento este que é composto por uma cuba onde é armazenado o líquido e com o volume gera pressão necessária para o bico de envase realizar a dosagem nas embalagens que serão preenchidas de líquido durante o processo.

Figura 1- Visão geral da máquina envasadora.



Fonte: Autor 2023

4.2 DADOS DA EMPRESA

O presente estudo de caso foi realizado na empresa Reckitt LTDA. Ela opera no ramo de produtos de higiene, saúde e nutrição produzindo produtos em diversas áreas há mais de 100 anos no Brasil e há 200 anos em todo o mundo. Localizada no Jd. Arpoador, Km 18,5 Raposo Tavares na cidade de São Paulo, Brasil, produzindo e fornecendo seus produtos para todos Brasil e países em todos os continentes (Reckitt, 2023).

4.2.1 O QUE FAZ UMA MÁQUINA ENVASADORA?

No caso da envasadora de líquidos a base de hipoclorito todo o corpo da cuba de bicos deve ser de material plástico ou material metálico específico que não entre em contato com este composto químico gerando uma reação de bloating (inchaço) dos frascos após o envase do líquido. Neste caso a envasadora em estudo é do tipo de envase por gravidade onde a regulagem do peso é feito por meio de célula de carga e o acionamento dos bicos é realizado pelo acionamento mecânico que ocorre entre vaso (frasco) e bico

de envase quando este recebe a pressão sobre a mola que faz dosagem do produto, sendo assim a quantidade de líquido a ser envasado é medida através do volume a ser preenchido na embalagem e é regulado através do recuo do pistão dos bicos. A figura 2 apresenta a parte da visão frontal da envasadora linha 11 localizada no setor de produtos clorados.

Figura 2. Visão frontal da envasadora



Fonte: Autor 2023

A figura 3 refere-se ao layout completo da linha de clorados demonstrando todos os seus maquinários e posições dos 6 colaboradores durante o período de trabalho.

Figura 3. Layout completo da máquina envasadora



Fonte: Autor 2023

A figura 4 apresenta o dreno utilizado habitualmente para realização das lavagens e sanitizações da envasadora cujo a água não passa de forma integral pelos bicos fazendo que a limpeza se torne ineficaz.

Figura 4. Dreno para escoamento da água utilizado para sanitização do envase



Fonte: Autor 2023

4.3 ESTUDO DE MELHORIA PARA TROCA DE VERSÃO/ SETUP.

A ideia principal é realizar um estudo para a criação e instalação de uma ferramenta a ser utilizada na máquina envasadora. Uma possível solução a ser estudada é adaptar essa ferramenta nos bicos de envase durante as trocas de versão entre uma produção e outra a fim de reduzir o tempo de setup.

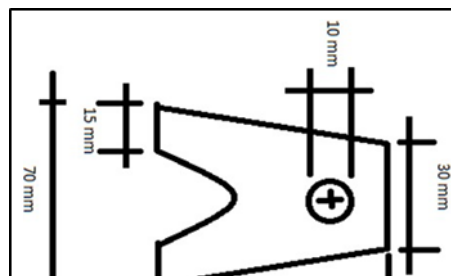
A criação da ferramenta está sendo estudada pela própria empresa. A realização da implantação está em andamento e sua instalação prevista para o segundo semestre do ano de 2023. O projeto está em andamento e estudado em conjunto pelos times de operação, manutenção e engenharia da própria empresa, nota-se que atualmente sem uso de ferramenta no equipamento ocasiona o desperdício de tempo e há grande

consumo de água, retirando pessoas de suas funções para fazerem outras e assim deixando seus equipamentos parados em torno de 25 a 27 horas.

4.4 CRIAÇÃO DE FERRAMENTA A SER UTILIZADA NO SETUP.

Inicialmente foi feito uma análise do equipamento e pensou-se em como seria a criação e desenvolvimento de uma peça de encaixe rápido e que não afete a estrutura da envasadora. Após a coleta de dados com os colaboradores da máquina chegou-se na seguinte proposta, de que a necessidade de desenvolver uma ferramenta onde simule a função do frasco utilizado durante o envase e com isso a ferramenta proposta realize o acionamento dos bicos sem que o operador faça isso de forma manual, garantindo que a água passe efetivamente pelos bicos durante a limpeza garantindo assim a qualidade das limpezas e resultado nas análises de laboratório A figura 5 apresenta a vista superior da peça desenvolvida para adaptação durante a sanitização da envasadora.

Figura 5. Esboço da vista superior da peça que pretende ser utilizada nos bicos da envasadora



Fonte: Autor 2023

Com o desenvolvimento a figura 6 apresenta a peça confeccionada a ser inserida durante a realização do setup/ troca de versão dos produtos chegou-se assim na seguinte condição:

Figura 6. Peça piloto confeccionada para realização dos testes na máquina envasadora



A figura 7 apresenta o armário confeccionado para a guarda e proteção das ferramentas utilizadas durante os setups das versões.

Figura 7. Armário para armazenar as peças quando não estão em uso



Fonte: Autor 2023

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a execução do projeto foram encontradas várias oportunidades de melhorias, onde dados foram coletados por meio das entrevistas realizadas com os colaboradores, time de manutenção com a realização de testes para o desenvolvimento da ferramenta ideal para atender as necessidades.

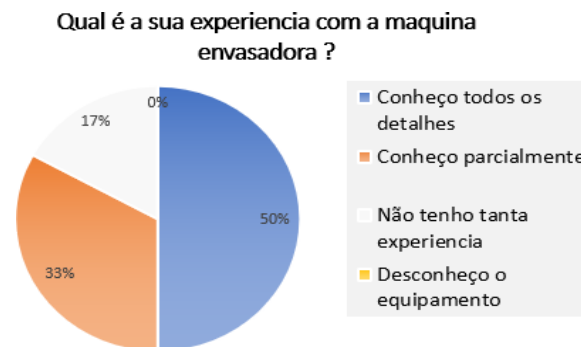
Foram considerados os benefícios com a aplicação da metodologia DFMA, desenvolvimento de um dispositivo de fácil aplicação na máquina envasadora, cujo intuito principal é a diminuição dos gargalos que estavam travando o desempenho dos colaboradores durante os setups, e assim agilizando o tempo de sanitização do equipamento e dando fluidez nos processos de produção trazendo assim um ganho produtivo e redução do consumo de água no processo (Barbosa, 2007). Com a

realização do estudo de campo foram coletados dados que se fazem importante para a comprovação da metodologia estudada e implementada.

5.1 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

Nas figuras 8 a 11 serão apresentados os gráficos referentes as questões formuladas aos colaboradores contidas na conceituação do problema. A figura 8 representa a porcentagem com as respostas dos colaboradores. Observando-se que aproximadamente 50% dos colaboradores possuem experiencia e conhecem todos os detalhes do equipamento, enquanto 33% dos colaboradores conhecem parcialmente ou grande parte do equipamento, apenas 17% não possui tanta experiencia.

Figura 8. Gráfico questão 1



Fonte: Autor 2023

A figura 9 apresenta o resultado das respostas dadas pelos colaboradores. De acordo com as respostas dos colaboradores, maior parte optou por desenvolver um dispositivo que os auxilie durante as limpezas e sanitizações do equipamento no momento do setup.

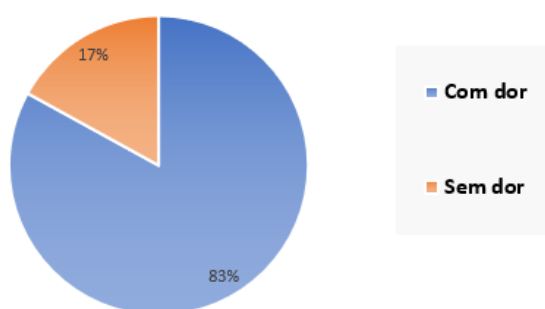
Figura 9: Gráfico questão 2



Fonte: Autor (2023)

A Figura 10 apresenta as respostas em porcentagem referente a questão 3. De acordo com as respostas em sua grande maioria os colaboradores já apresentaram algum problema de saúde ocupacional/ ergonômico durante operação de limpeza na envasadora muito por conta do esforço realizado. Fato este que indica a importância na alteração do processo durante a realização do setup entre um produto e outro e é de suma importância minimizar os riscos de doenças trabalhistas em decorrência de doenças de cunho profissional.

Figura 10. Gráfico questão 3
Você já teve algum problema relacionado com esforço na troca com movimentação dos bicos de envase?



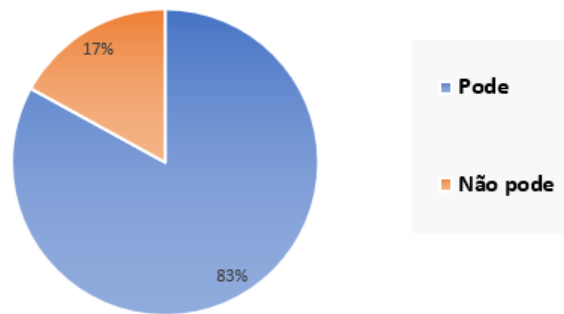
Fonte: Autor 2023

A figura 11 apresenta as respostas relacionadas as respostas dos colaboradores na questão 4 e baseado nisso o resultado se torna semelhante a questão anterior.

Dessa forma observando as respostas dos colaboradores deduziu-se que melhorando o processo de limpeza durante a troca entre produtos, o desempenho dos colaboradores deverá evoluir, contudo apenas 1 dos colaboradores entende que mesmo com a implantação deste dispositivo essa melhora não seria vista.

Figura 11. Gráfico questão 4

Você acredita que pode melhorar o desempenho do operador se for feita uma melhoria no processo?



Fonte: Autor 2023

Em comparação nos demais problemas há praticamente um empate técnico com 16% dos colaboradores apresentaram dores nas costas ao realizar as trocas de versão e com 16% dos colaboradores relataram que tem ambos os sintomas de problema ergonômico o que dificultam em muito o processo de limpeza e sanitização durante as trocas. Ainda seguindo os relatos dos colaboradores a demora no processo de limpeza se torna desconfortável para os colaboradores.

5.2 RESULTADOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO DISPOSITIVO DE LIMPEZA

A tabela 1 indica a relação entre o tempo de sanitização da linha antes/ depois da aplicação do método e confecção do dispositivo indicando de forma efetiva a redução do gargalo.

Tabela 1. Redução do tempo de sanitização após confecção do dispositivo

Tempo de sanitização	Antes	Depois	% Redução de tempo
TS	27 horas	3,5 horas	87,0

Fonte: Autor 2023

Com relação ao de consumo de água para cada m³ utilizado durante as sanitizações obtiveram-se o valor de R\$ 13,86, sendo assim a tabela 2 apresenta a redução do consumo de água antes/ depois da aplicação do dispositivo e a redução em reais, bem como a relação em % de ambos. Seguem os dados

Tabela 2. Redução do volume de água consumido após aplicação do dispositivo

Consumo de água	Antes	Depois	% Redução
Redução em m³	11.000	2.000	81,8
Redução em R\$	152,46	27,72	

Fonte: Autor 2023

A tabela 3 representa o valor médio de cada 1 dos 6 itens produzidos na linha do projeto em questão, demonstrando a quantia de caixas produzidas em cada hora juntamente com seu valor de lucro e nas colunas finais a média de caixas produzidas e o lucro obtido nas 23,5 horas onde não existe mais ociosidade antes da criação do dispositivo

Tabela 3. Valor médio de cada item produzido na linha e lucro final após 23,5 horas

Produto	Média caixas /hora	Lucro/ hora em R\$	Média caixas após 23,5 horas	Lucro/ setup em R\$
A	122	5.271,95	2.867	123.890,82
B	209	7.768,19	4.911	182.552,46
C	153	6.642,64	3.595	156.102,04
D	243	9.044,10	5.710	212.536,35
E	227	11.915,57	5.334	280.015,89
F	147	6.077,48	3.454	142.820,78

Fonte: Autor 2023

Com isso a implantação do projeto foi realizada em 6 de agosto de 2023 pelos times de manutenção e engenharia local, com o investimento estimado de R\$: 55.000,00. Atualmente considerando o menor volume produtivo dentre os 6 itens demonstrados na tabela 3, a Reckitt está produzindo em média 122 caixas a mais em relação ao período antes da implantação dos moldes. Esse cálculo foi efetuado comparando-se o valor médio de peças produzidas a menor que a referência de máxima de produção. Sendo assim, foram comparados antes do projeto final, após o período de adaptação, isto é, após o primeiro mês de operação e implantação da ferramenta para melhorar a troca

Os valores encontrados estão na expressão 1 referente ao item A encontrado na tabela 3.

$$\text{Valor médio}_{\text{volume de peças produzidas após a implantação da ferramenta}} = 122 \text{ caixas} \quad [1]$$

Dessa forma, a produção em 2023, depois da implantação da ferramenta de troca, atingiu uma produção que é maior em média de 122 peças/ hora por troca de versão.

Vale ressaltar que por troca de versão ganhou-se o tempo de 23.5 horas devido a redução do tempo de troca. Cada caixa produzida é vendida a R\$ 43,21 com uma margem de lucro líquido de R\$ 123.883,07 implicando no aumento do lucro líquido por dia dado na expressão 2:

$$\text{Lucro Líquido}_{\text{diário}} = 122 * 43,21 * 23,5 \text{ h} = \text{R\$ } 123,883,07 \quad [2]$$

A partir desse valor de lucro diário e considerando que todo o lucro será utilizado no pagamento do serviço de automação, estima-se que o retorno do investimento que foi de R\$ 55.000,00, se deu na primeira troca de versão, como apresentado nas expressões 3 e 4.

$$\text{Retorno do Investimento} = \frac{\text{R\$}55.000,00}{\text{R\$}123.883,07} \cdot 100 = 0,44\% \quad [3]$$

0,44%

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como era esperado a criação de uma nova ferramenta que auxilia durante as trocas de versões dos produtos envasados este dispositivo, influencia nos tempos de troca e otimiza a mão de obra gerando um ganho de tempo significativo na produção.

Sendo assim com a adoção de medidas preconizadas e adoção de estratégias para redução dos tempos de setup resultado tanto nas melhoras das condições de trabalho, redução do consumo de água, ganho no volume de caixas produzidas e melhor condição de trabalho para os colaboradores. Sendo assim todas as etapas previstas durante os estudos foram realizadas e os resultados esperados alcançados gerando aumento dos lucros a mudança preliminar apresentou de forma satisfatória um ganho significativo no tempo de setup da envasadora e sendo possível a replicabilidade deste processo em máquinas similares dentro da empresa.

REFERÊNCIAS

ARBÓS, L. C. Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal Production Economics*, v.80, p.169–183, 2002. Disponível e: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925-5273\(02\)00316-X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925-5273(02)00316-X). Data de acesso: 25 out 2023.

ASSIS, Cleverson Faber de et al. Os primeiros passos em busca da transformação enxuta. *South American Development Society Journal*, v. 3, n. 09, p. 14, 2017.

BARALDI, P. Gerenciamento de Riscos. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010. BARBOSA, G. F. (2007). Aplicação da metodologia DFMA - Design for Manufacturing and Assembly no projeto e fabricação de aeronaves. São Carlos.

165p. Dissertação (Mestrado)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

BOOTHROYD, P. G. DEWHURST, W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, Marcel Decker Incorporation, New York, 2002. 1-29.

CHIUSOLI, R.F.Z. Toledo, J.C. Engenharia simultânea: estudo de casos na indústria brasileira de autopeças, *Proceedings of the Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*, Ed. UFSCar, Brazil, 2000, 10-19.

COUGHLAN, P., & COUGHLAN, D. (2002). Action Research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, Dublin, 2002.

EVANGELISTA, G. M. S.; ARIMITSU, L. K.; LIMA, A.; EXACTA, I. C. Benefício da aplicação da metodologia SMED para redução de tempo de setup em células de manufatura de usinagem, 2021.

LEFCOVICH, M. Mejores practicas – Single minute Exchange die. Gestipolis 2008. Disponíveis em: <http://www.gestipolis.com/administracion-estrategia/mejores-practicas-en-fabricacion-y-prodycion.html>. Acesso em: 13 set 2023

LOUREIRO, P.M.T. Implementação de ferramentas de lean na indústria nacional. Tese de Doutorado. Universidade do Minho. Braga, 2016.

MOTTA, J.R.S.T. Melhoria da qualidade do automóvel brasileiro, Brasília, Câmara dos Deputados, 2001, 5 (Nota técnica, 104036).

PINHEIRO, L. P. Melhoria do processo produtivo de uma manufatura de móveis metálicos. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RECKITT BRASIL. Quem somos. Disponível em: <https://www.reckitt.com/br/sobre-nos/quem-somos/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SHIGEO, S. Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA R, AUGUSTO, R. LUZ, M. L. S. Melhoria do setup como contribuição no processo produtivo. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, v. 3, n. 1, 2007.

SLACK, N. CHAMBERS, S; JONSTON, R. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002

YIN, R. K. Case Study: planning and methods. Estudo de caso: planejamento e métodos, p. 287-298, 2001.