



FACULDADE DE GOIANA – FAG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

JOSÉ DOUGLAS DE ANDRADE BATISTA

**OTIMIZAÇÃO DOS CICLOS DE LIMPEZA TÉCNICA NAS CABINES DE
PINTURA AUTOMOTIVA EM UMA MONTADORA MULTINACIONAL**

GOIANA

2023

JOSÉ DOUGLAS DE ANDRADE BATISTA

**OTIMIZAÇÃO DOS CICLOS DE LIMPEZA TÉCNICA NAS CABINES DE
PINTURA AUTOMOTIVA EM UMA MONTADORA MULTINACIONAL**

Artigo científico apresentado ao curso de administração, da Faculdade de Goiana- FAG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em administração

Orientador: Prof. Esp. Marcelo Henrique Guedes Chaves

GOIANA

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da FAG – Faculdade de Goiana, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B333o Batista, José Douglas de Andrade

Otimização dos ciclos de limpeza técnica nas cabines de pintura automotiva em uma montadora multinacional. / José Douglas de Andrade Batista. – Goiana, 2023.

38f. il.:

Orientador: Prof. Esp. Marcelo Henrique Guedes Chaves.

Monografia (Curso de Graduação em Administração) Faculdade de Goiana.

1. Sistema Toyota de Produção. 2. Melhoria contínua. 3. Manutenção. 4. SMED. I. Título.

BC/FAG

CDU: 658.5

JOSÉ DOUGLAS DE ANDRADE BATISTA

**OTIMIZAÇÃO DOS CICLOS DE LIMPEZA TECNICA NAS CABINES DE
PINTURA AUTOMOTIVA EM UMA MONTADORA MULTINACIONAL**

Artigo científico apresentado ao Curso de Administração, da Faculdade de Goiana - FAG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Administração.

Goiana, 06 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Marcelo Henrique Guedes Chaves (orientador)
Faculdade de Goiana - FAG

Prof. Me. Cláudia Lúcia Ribeiro da Cruz (examinadora)
Faculdade de Goiana - FAG

Prof. Me. Sidcley Cavalcante da Silva (examinador)
Faculdade de Goiana – FAG

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida e ter sempre me guiado ao caminho certo e colocar em meu caminho pessoas maravilhosas

Agradecer a toda minha família, Meus Pais Edson e Jandira, um dos sonhos da minha querida mãe era me ver formado e minha esposa Dheisy por todo suporte e motivação principalmente nos momentos difíceis dessa graduação ela sempre estava ao meu lado, Meu Irmão Denis por sempre me incentivar a fazer a faculdade e em especial aos meus estimados filhos Pedro, Larissa e Theo, razão de minha existência.

Ao meu orientador, professor Marcelo, pela dedicação apoio e colaboração nas horas que mais precisávamos foi essencial à realização deste trabalho, Aos Professores que me ajudaram tanto nesses 04 anos menção honrosa para Roberta, pelos inúmeros suportes

Aos meus estimados colegas de curso por todo suporte e incentivo, parceria e aprendizagem durante todo o processo, pois só cheguei tão longe, pelo apoio incondicional de todos

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	08
2.OBJETIVOS	09
2.1. Objetivo Geral	09
2.2. Objetivos Específicos	09
3. JUSTIFICATIVA	10
4. Referencial Teorico	10
4.1. Manufatura Enxuta	10
4.2. Metodologia SMED (<i>Single Minute Exchange Die</i>)	14
4.2.2 Definição Da Metodologia SMED	16
4.2.3 Ferramentas e Técnicas Utilizadas Na Metodologia SMED	16
4.2.4. Benefícios Da Aplicação Da Metodologia SMED	21
4.3. Cenário da Indústria Automobilística no Brasil	21
5. METODOLOGIA	23
5.1 Area de Estudo	23
5.2 Coleta de informações	24
5.3 Análise das informações	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 Necessidades e impacto	26
6.2 Estágio Preliminar	28
6.3 Estágio 01 e 02 - Separação e Conversão das Atividades Internas e Externas	30
6.4 Análise de Resultados Obtidos com a Aplicação do SMED	33
7. Conclusão	35
8. REFERÊNCIAS	37

OTIMIZAÇÃO DOS CICLOS DE LIMPEZA TÉCNICA NAS CABINES DE PINTURA AUTOMOTIVA EM UMA MONTADORA MULTINACIONAL

José Douglas de Andrade Batista¹

Marcelo Henrique Guedes Chaves²

RESUMO

Com a globalização e um mercado econômico altamente competitivo, cada vez mais as organizações estão em busca de soluções e estratégias para produzir mais com menos custos. Com isso, surgiram várias metodologias que ajudam as empresas a alcançar tal objetivo. Uma delas é a Manufatura enxuta. Originada do sistema Toyota de produção, o principal objetivo da filosofia *Lean* é redução de custos através da eliminação de desperdícios, e para isso conta com vários métodos e ferramentas. Uma delas é a metodologia SMED (*Single Minute Exchange Die*), que visa a redução de tempos de *setup*. O presente trabalho terá como objetivo apresentar os resultados de melhorias após a implantação da metodologia SMED, considerando a redução de tempo das atividades de limpeza técnica realizada nas cabines de pintura localizadas no setor de produção de uma empresa automotiva localizada em Goiana - PE. Para isso, serão analisados os tempos de atuação das atividades do ciclo de limpeza e pontuadas as oportunidades de melhorias, baseadas na metodologia SMED. Espera-se que, após a aplicação da metodologia, ocorra uma redução significativa do tempo na atuação das atividades com linha parada.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção; melhoria contínua; manutenção; SMED.

ABSTRACT

With globalization and a highly competitive economic market, more and more organizations are looking for solutions and strategies to produce more with less costs. With this emerged several methodologies that help companies achieve this goal, one of them is lean Manufacturing. Originated from the Toyota production system, the main objective of lean philosophy is to reduce costs through the elimination of lost, for this it has various methods and tools. One of them is the SMED (Single Minute Exchange Die) methodology, which aims to reduce setup times. The present work aimed to present results of improvement and reduction of times with the application of the SMED methodology in the realization of technical cleaning cycles in the paint booths of an automaker in the automotive sector. For this, the time of performance in the activities of cleaning cycle was analyzed and opportunities for improvement were scored based on the SMED methodology, which after the application provided a 46% reduction in the time in the performance of activities with a stop line.

¹ Graduando do curso de Bacharelado em Administração da Faculdade de Goiana (FAG). E-mail: jdbatista1016@gmail.com

² Professor da Faculdade de Goiana (FAG), orientadora do curso de Bacharelado em Administração. E-mail: marhot2116@gmail.com

Key-words; Toyota production system. Continuous improvement. Cleaning Cycle. Autonomous Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade existente atualmente nos mercados requer de forma significativa que as organizações busquem de fato por métodos e tecnologias inovadoras que venha garantir maior espaço em seu segmento de atuação. Para as indústrias automotivas esse desafio é importante, tendo em vista que a complexidade do seu processo produtivo e os níveis de especificidades são de forma clara exigidas pelos clientes que buscam por produtos diferenciados. Para tanto, se faz necessário, uma busca incansável para se destacar neste segmento, e nesse contexto, as empresas devem efetivar seus processos para eliminação de perdas com o intuito de alcançarem procedimentos mais eficientes, que permitam uma maior produtividade e qualidade dos produtos (Souza, 2021).

Neste sentido, a filosofia Lean é uma metodologia de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção (STP), metodologia essa, idealizada após a segunda guerra mundial, que teve como principal objetivo a busca da redução de desperdícios. Adotada por várias organizações, foi possível observar que esse método vem revolucionando ao longo das últimas décadas no contexto industrial, trazendo assim, resultados satisfatórios para as empresas que utilizam esse método para evitar falhas em seus processos, aumentando de forma significativa a qualidade do produto e por consequente, maximalizar o valor entregue ao cliente. Ademais, a utilização desse método é para combater os setes tipos de desperdícios que são eles: superprodução, espera, estoque, movimentação, processamento, transporte e retrabalho, com o objetivo de resolver gargalos negativos em uma organização. (Faccirolli, 2019; Oliveira, 2016).

Vale salientar, que suas ferramentas podem ser adaptadas para a realização e implementação de melhorias ligadas a redução de tempos de atividades que não agregam valor ao produto ou seja, sua aplicabilidade poderá identificar grandes oportunidades para redução de cada etapa de execução dessas atividades. Para tanto, dentre as diversas metodologias e ferramentas originadas do Sistema Toyota de Produção, existe a metodologia SMED (Single Minute Exchange Die), que foi criada com o objetivo pontual de reduzir os tempos de setup. Vale ressaltar que essa metodologia é conhecida como TRF (Troca Rápida de Ferramentas) que propõe a utilização de ferramentas precisas para a redução do tempo de intervenções necessárias em um processo produtivo (Amolaro, 2019; Costa, 2015; Mendes, 2017).

Quando observamos essa ferramenta no contexto do setor automotivo, onde este as vantagens da implementação dessa metodologia são inúmeras, uma vez que a utilização do SMED pode reduzir significativamente os ciclos de atividades de limpeza técnica realizada, em especial, nas cabines de pintura dos automóveis de acordo com (Altalphi, 2018; Daudt, 2018).

Por fim, considerando essas abordagens teóricas, o problema que foi direcionado nesse estudo apontará quais os resultados de melhorias a serem alcançadas a partir da utilização da metodologia SMED em relação a redução de tempo das atividades de limpeza técnica nas cabines de pintura de automóveis de uma empresa automotiva localizada no município de Goiana – PE.

O foco na otimização dos procedimentos operacionais, através de ferramentas de gestão, é fundamental para aumentar a competitividade na indústria automotiva. Especificamente, a redução dos tempos de setup para limpeza é crucial, reduzindo custos e desperdícios, e aprimorando a eficiência geral da cadeia produtiva. Monitorar e controlar as etapas de pintura dos automóveis é essencial para garantir a qualidade, e a otimização dos ciclos de limpeza nas cabines de pintura desempenha um papel crítico nesse controle. Este estudo, ao evidenciar melhorias nos processos e produtos, justifica-se pela importância do monitoramento na qualidade total do produto.

Além disso, ao retratar uma indústria que busca constantemente inovação em seus processos e adota diversas metodologias, este estudo não apenas beneficia essa empresa, mas pode servir de exemplo para outras do mesmo segmento. O uso dessas ferramentas de gestão pode resultar em processos mais eficientes tecnicamente, garantindo ganhos de produtividade e competitividade no mercado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar as melhorias resultantes da implementação da metodologia SMED, focando na redução do tempo das atividades de limpeza técnica nas cabines de pintura de uma empresa automotiva em Goiana - PE.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever os procedimentos para efetivar a limpeza técnica nas cabines;

- Avaliar os tempos de *setup* antes e após a aplicação da ferramenta;
- Evidenciar as oportunidades de melhorias após a utilização da metodologia.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Manufatura Enxuta

O período posterior a Segunda Grande Guerra (1939 - 1945), foi crucial para o desenvolvimento de novas metodologias que garantissem melhorias consideráveis nos sistemas de produção existentes à época.

De acordo com Faccirolli (2019) naquele período recaia sobre as indústrias japonesas de forma avassaladora uma necessidade urgente de melhorias, e devido a essa cobrança os empresários desenvolveram a filosofia conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP), que tinha em sua aplicabilidade fundamental a melhoria do processo e o aumento da produtividade tão importante para aquele contexto.

Corroborando com essa afirmativa, Souza (2014), aponta que a Manufatura Enxuta se originou nessa nova filosofia aplicada aqui denominada de Sistema Toyota de Produção.

O STP iniciado na década de 1950 pelos engenheiros Taiichi Ohno e Eiji Toyoda teve como ponto central reduzir custos significativos através da eliminação do desperdício. Para Faccirolli (2019), o STP tem como princípio assegurar o aumento da qualidade e a velocidade de entrega dos produtos através de metodologias que busquem produzir mais com menos recursos.

Segundo Rocha (2016), Taiichi Ohno é considerado o pai do STP e como idealizador dos setes desperdícios, além do método Kanban que visa de forma relevante a eliminação de desperdícios com o intuito de melhoramento contínuo da produção puxada. A ideia central nessa seara é que quando se elimina os desperdícios, o tempo e o custo de produção diminuem, aumentando assim, a qualidade do produto. E nesse caso, fica evidente a principal filosofia do sistema que consiste em eliminar desperdícios, e conseqüentemente, aumenta a eficiência da produção e a competitividade das empresas no mercado em que atuam (Souza, 2014).

Oliveira (2016), complementa nesse contexto de discussão que o modo de produção enxuta visa uma manufatura flexível, ou seja, estoques baixos, eliminação de desperdícios em todo o processo, redução de quebras e falhas, layouts enxutos e a identificação de atividades, essas medidas adotadas agregam um valor ao produto, que sistematicamente atenderá as

necessidades dos clientes, especialmente quando os clientes visualizam seu produto desejado de forma concretizada e no tempo certo.

De acordo com Ohno 1997 *apud* Oliveira (2016) a principal característica do STP é o banimento de desperdícios dos elementos dispensáveis, com a finalidade de reduzir custos. Assim, na visão do autor, a ideia fundamental é produzir apenas o necessário, ou seja, no momento necessário e na quantidade necessária.

O Quadro 1 a seguir, apresenta um comparativo entre os sistemas de produção artesanal, em massa e a produção enxuta.

Quadro 1 - Comparativo entre os sistemas de produção

COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
Produção Artesanal	Não demanda trabalhadores qualificados e utiliza máquinas simples e flexíveis, possibilitando produzir exatamente o que o cliente deseja, no entanto, a um custo elevado.
Produção em Massa	Utiliza profissionais especialistas e máquinas dispendiosas alocadas em uma única tarefa, essa organização possibilita atingir um alto volume de produção a um preço mais baixo em relação a produção artesanal.
Produção Enxuta	Consegue agrupar as vantagens dos dois sistemas de produção, evitando os custos elevados do primeiro e diminuindo a rigidez do segundo.

Fonte: Adaptado de Oliveira, 2016.

Essa filosofia reúne diversos méritos da produção em massa, como a redução do tempo de produção de cada produto, a valorização das atividades realizadas pelos funcionários, sempre com foco principal a melhoria contínua do processo atrelado a eficiência e a qualidade no atendimento ao cliente. O sistema do *Lean* prevê reduzir gradualmente, por meio de estudos e análises, os desperdícios. Nesses estudos, compreende-se o processo do início (matéria-prima), o fluxo dos materiais, fatores e condições do ambiente até o fim, com o produto acabado. Oliveira, 2016.

Analisando com base nas melhores características dos principais sistemas de produção, do processo de produção em massa, Faccirolli (2019), aponta que a filosofia do *Lean* foi desenvolvida e aplicada na indústria de automóveis da Toyota na época, criando assim, um conceito de produção que tem como objetivo principal e fundamental eliminar os desperdícios.

Por outro lado, Rocha (2016) afirma que o ponto central da LM (*Lean Manufacturing*) é diminuir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto, e nesse caso, ao diminuir

o desperdício, as atividades que geram custos agressivos e não acrescenta nenhum valor ao produto, logo, devem ser eliminadas.

Para Farias (2018) no modelo de produção enxuta todas as partes estão interligadas ou seja, contribuem de fato para o sucesso do todo, e dessa forma, os principais desperdícios podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Sete desperdícios dos sistemas produtivos

SETE DESPERDÍCIOS DOS SISTEMAS PRODUTIVOS	
Desperdício por Superprodução	Essas perdas são entendidas sob dois ângulos no significado da produção, primeiro por número em excedente e a segunda na ideia de produção antecipada em relação as necessidades resultantes da produção e da demanda.
Desperdício por Estoque	A existência de estoques tem origem no desbalanceamento da relação entre o período de entrega do pedido e o período de produção. Caracteriza-se pela necessidade de armazenamento da sobra do que foi produzido e não consumido no momento da produção, os principais motivos que leva ao desperdício por estoque são, excesso de matéria prima, estoque em processo ou produtos acabados. O que pode causar <i>lead times</i> longos, custos com transporte e até produtos danificados.
Desperdício por Transporte	O desperdício por transporte, recebe uma interpretação muito ampla, pois pode ir desde a locomoção de um veículo, ao simples transitar de um trabalhador ao carregar um produto. Movimentações excessivas de materiais podem se tornar cada vez mais caros e causar danos à qualidade, visto que, frequentemente, o transporte pode acarretar em pagamentos de taxas extras por tempo, espaço e maquinário.
Desperdício por Processamento	São constituídas nas execuções produtivas desnecessárias para que o produto final pretendido alcance suas características básicas, geralmente retrata o trabalho que não agrega valor ou que traz mais valor do que é preciso, podendo ser considerados como etapas desnecessárias de processo, estendendo o tempo necessário para a conclusão.
Desperdício por movimentação	São aqueles resultantes do desarranjo do ambiente de trabalho e de movimentos desnecessários dos operadores. A origem dessas perdas pode estar no arredores da máquina, em geral são os procedimentos incorretos de carga e descarga correlacionados a lotes econômicos grandes e excesso de estoque, o que gera altos custos.
Desperdício por produtos Defeituosos	Trata-se do desperdício com bastante relevância em uma indústria, pois utiliza da matéria prima, máquinas e pessoas para a geração. Como consequência tem-se a necessidade de retrabalho, Impactando em aspectos, como: preço do produto, entregas e qualidade requerida.
Desperdício por espera	Espera é o tempo que o produto passa na fábrica sem ser processado, movimentado ou inspecionado, sem oferecer qualquer valor para o cliente. Pode ser conceituado como tempo de espera, o tempo gastos em programação. das ordens, nas filas dos recursos, bem como o tempo do item parado dentro do próprio lote esperando a conclusão da ordem.

Fonte: Adaptado de Oliveira, 2016; Farias, 2018; e Faccirolli, 2019.

2.2 Metodologia SMED

No início da era do automóvel, era notório o domínio majoritário do setor industrial americano. E nesse contexto, o conceito de produção era o de ter, cada vez mais, uma alta produtividade, contudo, se faria necessário a dedicação de todos na aplicação dos processos específicos relacionados aos para equipamentos e a baixa variabilidade de produtos finais (Amolaro, 2019).

Pereira (2016) esclarece que a metodologia SMED foi concebida e desenvolvida ao longo de 19 anos, durante as décadas de 1950 e 1960, por Shingeo Shingo. Segundo Mendes (2017), surgiu como uma forma prescritiva de se atingir uma drástica redução no tempo de setup.

A evolução desta metodologia ficou marcada por três grandes momentos: o primeiro foi em 1950, no qual Shingo (1986) apud Pereira (2016) identificou e classificou como setup interno (IED - Internal Exchange of Die), que nada mais é que um conjunto de operações que só podem ser realizadas com a máquina parada, além do setup externo (OED - Outer Exchange of Die), que é o conjunto de operações que podem ser realizadas diferentemente do sistema anterior, com a máquina em funcionamento, aumentando eficiência da prensa em 50%.

O segundo grande marco, foi em 1957, através da análise do processo produtivo, na empresa Mitsubishi Heavy Industries, na cidade de Hiroshima, onde surgiu o conceito fundamental da duplicação de ferramentas para que o processo do setup fosse realizado separadamente, e com a implantação desse processo houve um aumento significativo de 40% na produtividade. E no ano de 1969, na empresa Toyota Motors Company, existia uma prensa que necessitava de quatro horas para efetuar cada mudança de setup, e nesse caso, Shingo (1986) conseguiu reduzir esse tempo num primeiro momento para noventa minutos, apenas com a definição de operações internas e externas. Contudo, a direção da Toyota exigiu uma redução mais elevada.

E foi nesse contexto de exigência que surgiu o conceito de conversão do setup interno em setup externo e assim conseguiram reduzir o tempo de setup dos noventa minutos para apenas três minutos.

Entretanto, Mendes (2017), pontuou de forma acentuada os momentos acentuados durante o período de desenvolvimento do conceito do SMED descrito no Quadro 3. E nesse caso específico, Costa (2015) afirma que que tal aplicação foi baseado em teorias e anos de experiências práticas, constituindo assim, uma aproximação científica com o intuito de reduzir o tempo de troca de ferramentas e que pode ser aplicado em qualquer fábrica e máquina.

Quadro 3 - Eventos chave no desenvolvimento do SMED

ANOS	EVENTOS CHAVE
1951 a 1955	Shiego Shingo conduziu o programa de excelência e desenvolveu a gênese do SMED.
1956-1960	Uma melhoria dramática nas operações de <i>setup</i> na Mitsubishi Heavy Industries Ltda.
1961-1965	Na planta de estamperia de Motomachi, a Toyota reduziu o tempo de troca de mais de uma hora para menos de 15 minutos em 1962.
1966-1970	A mudança da configuração da troca de uma prensa da principal planta da Toyota reduziu o tempo de troca de 4 para 1,5 hora. Surgiu a sistemática da metodologia SMED.
1971-1975	Na M Electric Japan, o tempo de <i>setup</i> da prensa foi reduzido de 90 para 9 minutos.
1976-1980	Indústrias europeias começaram a implementar o SMED.

Fonte: Adaptado de Mendes, 2017.

Shingo (1986) apud Pereira (2016), o restante do processo se desenvolveu através da execução de todas as possíveis atividades, antes ou após a parada da máquina (externamente), e foi a partir de sua obra, em 1985, a metodologia popularizou-se ao longo dos anos, e tem sido um dos principais trunfos da implantação do Lean nas organizações.

2.2.1 Definição da Metodologia SMED

A sigla SMED do inglês Single Minute Exchange of Die, se popularizou como Troca Rápida de Ferramentas (TRF), e com o objetivo de efetuar mudanças entre produtos em tempos na ordem de um dígito, ou seja, até 9 minutos (Castro, 2017).

Por sua vez Galego (2014) afirma que o SMED é uma metodologia focada em executar rapidamente de forma eficiente a troca de ferramenta. Este acrônimo aqui citado, é suportado por um conjunto de técnicas, métodos e diretrizes fundamentais que envolve a preparação do equipamento, das ferramentas, das configurações e por fim, na execução de ensaios de peças e ajustes.

Por outro lado, Desai (2015) refere-se ao SMED como um método que visa reduzir significativamente os tempos de parada das máquinas entre produções, ou seja, através da melhoria dos processos de troca de ferramenta. Já para Amolaro (2019) aponta que há um

acréscimo a ser feito neste contexto, pois essa ferramenta visa a otimização dos tempos de *setup*, reduzindo-os em até 94%. Para tanto, entende-se por *setup* o tempo entre a produção da última peça, conforme o molde a ser retirado do equipamento, até a produção da primeira peça, de acordo com o novo molde a ser posicionado no equipamento.

2.2.2 Ferramentas e Técnicas Utilizadas na Metodologia SMED

A metodologia SMED é uma abordagem científica para a redução dos tempos de *setup*, que pode ser implementada em qualquer empresa e em qualquer equipamento. Em geral, o SMED é um importante aliado para empresas que buscam reduzir desperdícios de tempo e insumos durante o *setup* e melhorar sua eficiência e produtividades, por meio da redução de atividades ou movimentações desnecessárias, eliminando assim, quaisquer perdas durante esse processo (Souza; Melo; Carmo, 2016).

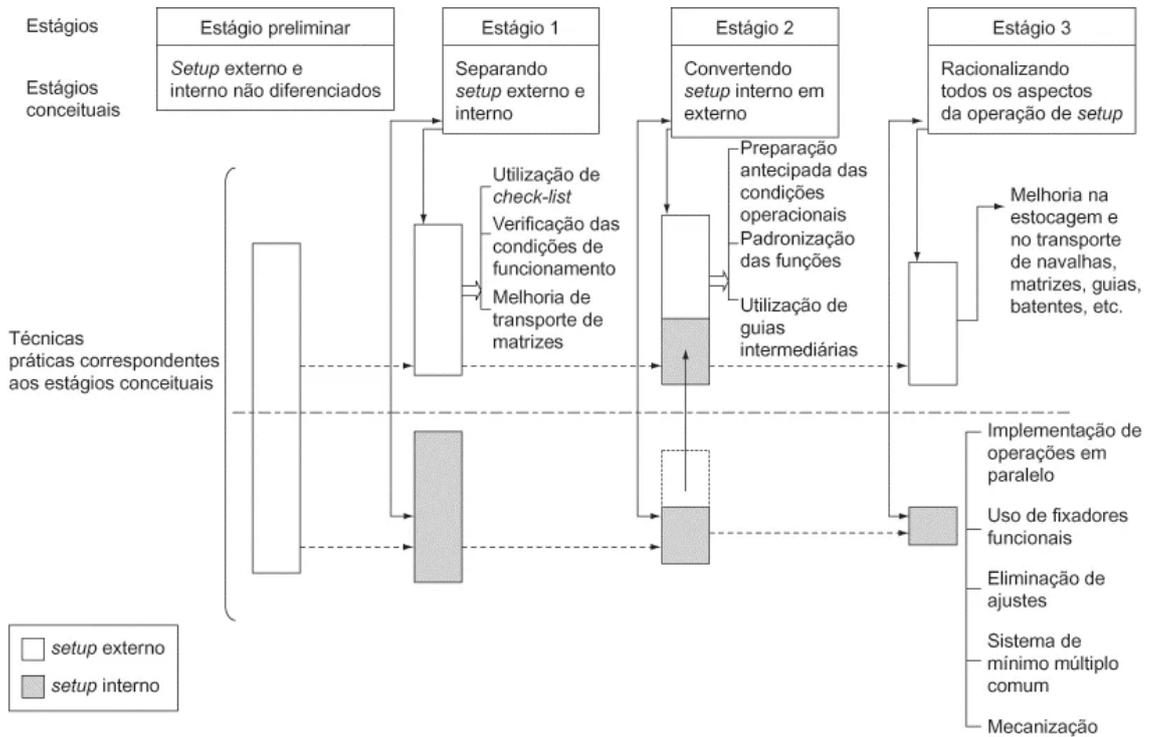
Segundo Castro (2018) as operações envolvidas nesta metodologia incluem as seguintes etapas:

1. Tempo necessário para retirar as ferramentas de uma máquina;
2. Montar uma nova e operar a máquina até que seja produzida uma peça/objeto sem defeitos.
3. A estas operações é considerado um dado tempo de *setup* que inclui todos os tempos de intervenções e de ajustes até que se produza a chamada “primeira peça boa”.

Para Albuquerque (2017) a aplicação da metodologia SMED exige uma análise bem aprofundada de todo o processo de *setup* que se pretende melhorar, com o objetivo de conhecer detalhadamente cada operação desde o momento em que a última peça do lote anterior é produzida até à produção de uma peça conforme do novo lote.

De acordo com Amolaro (2019), apesar de ser consideravelmente simples, a metodologia depende de um longo processo para ser concluída, iniciando com procedimentos básicos até a definir um objeto de estudo como também, da análise do seu estado atual. Então, o que se almeja no final desse processo é a padronização das melhorias desenvolvidas e a expansão para os outros equipamentos, de forma a facilitar a análise e a aplicação do SMED, sua implementação deve ser realizada de forma faseada, constituída por quatro etapas: Estágio Preliminar, Estágio 1, Estágio 2 e Estágio 3 (Ver figura 1.)

Figura 1 - Etapas conceituais e técnicas aplicáveis da metodologia SMED



Fonte: Shingo, 2000, *apud* PEREIRA, 2016.

Explorando tal percepção, Pereira (2016) explica que no Estágio Preliminar as condições de setup interno e externo passam por um processo de mistura, e nesse contexto, algumas atividades que poderiam ser realizadas externamente, são realizadas internamente, e é nessa situação que faz com que o tempo de setup seja longo. Para tanto, Galego (2014) acrescenta que é um estágio que visa a análise da mudança de ferramenta de forma não planeada, ou seja, a mudança de ferramenta é executada sob diversas atividades, nomeadamente, tarefas que implicam a paragem do equipamento (internas), e outras que podem ser efetuadas com o equipamento em funcionamento (externas).

E é nesse contexto que Pereira (2016) afirma que nesta etapa é de extrema importância sensibilizar os operadores, visto que estes são os profissionais que conhecem melhor os equipamentos e podem sugerir novas ideias para melhorar o processo.

Segundo Albuquerque (2017), o Estágio 1 é a fase considerada como sendo a mais importante, pois é nesse momento que consiste na classificação das atividades de acordo com o tipo de atividade correspondente seja ela interna ou externa e a partir daí organizam-se as atividades externas para que sejam realizadas antes ou após a paragem da máquina é nesse

momento que esta fase permite alcançar reduções entre 30 a 50% no tempo de mudança de referência.

Castro (2017) acrescenta ainda que as atividades são divididas em: atividade internas, que são aquelas que só podem ser realizadas quando o equipamento se encontra parado, e, as atividades externas, que são aquelas atividades que podem ser de fato realizadas com o equipamento em funcionamento.

Amolaro (2019) ao realizar um estudo de caso, conseguiu medir os tempos de cada procedimento realizado, detalhando assim em seu estudo, o máximo possível todo o processo. Nessa seara, Costa (2015) acrescenta que as atividades executadas dentro do intervalo de tempo, podem se tornar um procedimento de grande importância e para exemplificar, ele divide sendo em dois grandes grupos para melhor análise, conforme demonstra o Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Definição das atividades

ATIVIDADES	DEFINIÇÃO DAS ATIVIDADES
Atividades Externas ou <i>External Setup</i> (OED)	Definem-se como atividades que podem e devem ser executadas enquanto a máquina se encontra em funcionamento como, por exemplo, o transporte de moldes do armazém até à máquina.
Atividades Internas ou <i>Internal Setup</i> (IED)	Definem-se como sendo atividades que só podem ser realizadas com a máquina parada como, por exemplo, a colocação ou remoção de moldes.

Fonte: Costa, 2015.

Ao analisar o Estágio 2, Pereira (2016) aponta a realização da conversão do setup interno em externo. Entretanto para que essa conversão seja possível o autor salienta que algumas atividades devem ser atenciosamente realizadas, como por exemplo: A padronização de funções, reduzindo o custo e o impacto da modificação de peças; e a preparação antecipada das condições operacionais para que atividades que antes eram realizadas com a máquina parada sejam realizadas previamente. Para se faz necessário a utilização de dispositivos intermediários, tais como: as guias de centragem e outros objetos que possam ser usados de forma contundente como dispositivos à prova de erros, diminuindo assim, o tempo de medição e quando isso acontece, não será necessário a verificação do procedimento, se o mesmo funcionou corretamente. E nesse processo que Albuquerque (2017) afirma que a implementação desta fase deve permitir obtenção significativa entre 10% a 30% no tempo total.

Depois de passar pelos Estágios 1 aqui descrito como: separação das operações internas e externas e da conversão de operações internas para externas, o Estágio 3 serve para diminuir o tempo das operações elementares de acordo com (Galego, 2014).

Para Mendes (2017) o Estágio 3 da metodologia é o que se permite maior liberdade para utilização de novas ferramentas para análise, já que busca o aperfeiçoamento geral do processo.

Em suma, é no Estágio 3 que é realizada a racionalização de todos os aspectos da operação de setup, ou seja, a implementação das melhorias sistemáticas de cada operação básica do setup interno e externo. Assim, após a aplicação da metodologia SMED, deverá haver uma normalização dos processos otimizados, de modo a treinar o processo de mudança melhorado (Castro, 2017).

Ao discutir novamente, Galego (2014) elenca que, durante todo o processo supracitado os instrumentos e as técnicas a serem implementados, constituem ferramentas poderosas. Para tanto, os métodos são simplistas e determinantes para um bom resultado no contexto da produção e acima de tudo, formam um conjunto de procedimentos necessários que alcançam o sucesso global da metodologia SMED, conforme é demonstrado no Quadro 5 que retrata que o método está amparado por três aspectos fundamentais: os estágios conceituais, os métodos práticos e as técnicas concretas.

Quadro 5 - Estágios conceituais e as técnicas de melhorias e implementação do SMED

ESTÁGIOS CONCEITUAIS	TÉCNICAS DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DO SMED
ESTÁGIO 1 Separação de atividades internas e externas	Uso do <i>checklist</i> para o levantamento de dados e informações do processo.
	Verificar execuções de funções para identificar possíveis falhas que causam perdas.
	Melhoria no transporte de matrizes afim de otimizar a execução das atividades.
ESTÁGIO 2 Converter atividades internas em externas	Preparação das condições das operações antecipadamente para que sejam identificadas como etapas internas, que são realizadas antes da parada da máquina.
	Funcionamento <i>standard</i> .
	Uso de guias intermediários para agilizar na execução e preparação das atividades.
ESTÁGIO 3	Melhorar a armazenagem e no transporte de matrizes.

Agilizar todos os aspetos relacionados às operações	Implementação das operações paralelas, ou seja identificar o que pode ser feito de forma simultânea, reduzindo o tempo total da atividade.
	Eliminação de ajustes, realizando as atividades de forma padronizada eliminando os erros que causam retrabalho.
	Sistema mínimo múltiplo comum.
	Mecanização, afim de agilizar a execução das atividades no <i>setup</i> , exemplo utilização de equipamentos, como auxílio na execução do <i>setup</i> .

Fonte: Galego, 2014.

2.2.3 Benefícios da Aplicação da Metodologia SMED

Pereira (2016), elenca que a metodologia SMED pode ser considerada um dos elementos principais dentro da metodologia enxuta de produção. Vale ressaltar que dentre as muitas vantagens que a aplicação da metodologia proporciona, é possível citar a redução do tempo de setup, a produção em pequenos lotes, maior flexibilidade; diminuição no lead time, redução de estoques, aumento da qualidade, redução de retrabalho e de desperdícios, aumento de produtividade, aumento nas margens de lucro e maior velocidade de entrega.

Albuquerque (2017) corroborando com o posicionamento acima acrescenta que a implementação da metodologia pode influenciar direta ou indiretamente na produção, e dentre os benefícios diretos temos: a redução ou eliminação de afinações, a diminuição de erros durante o processo de setup, o aumento da segurança no setup e menores custos. E No que tange aos benefícios indiretos, temos a redução de estoque, o aumento da flexibilidade produtiva, a racionalização das ferramentas, a melhoria na qualidade do produto, um melhor nivelamento das linhas de produção e a redução de estrangulamentos na produção.

Ademais, Pereira (2016) ainda afirma que alguns outros benefícios podem ser elencados, referentes a implementação desta metodologia, são elas: Aumento da taxa de retorno do capital investido, ocupação mais eficiente do espaço reservado ao armazenamento, Aumento da disponibilidade dos equipamentos, aumento da capacidade produtiva, aumento da qualidade dos produtos, redução da despesa com investimento, redução da necessidade de pessoal qualificado e por fim, a redução do tempo de produção.

2.3 Cenário da Indústria Automobilística no Brasil

No cenário brasileiro, o setor automotivo é responsável por 20% do PIB industrial esmo se considerarmos que o PIB industrial nacional está em franco declínio, contudo, não deixa de ser expressiva a participação e relevância do setor para o conjunto da economia brasileira (Lima, 2019). Para tanto, o mercado automobilístico é de extrema importância para o Brasil, não só por ser um setor forte e atuante na geração de empregos e movimentação, como também, pelo fato de ele precisa de outras indústrias para a sua concretização.

Daudt; Willcox (2018) apontam que a indústria automotiva é relevante no contexto da economia por ser uma grande geradora de campo de trabalho e por apresentar importantes encadeamentos produtivos e por seus investimentos em inovação.

Historicamente, vale ressaltar que o setor automotivo é uma das áreas que mais recebe atenção dos governos, por ser de extrema importância para o desenvolvimento econômico de um país, visto que o setor pode ser considerado estratégico para o desenvolvimento de novas tecnologias, além dos países buscarem alcançar posições de destaque na cadeia global de valor desse setor (Silva, 2020).

Astolphi (2018) elenca que algumas datas importantes referentes ao desenvolvimento da indústria automobilística no Brasil são fundamentais para o entendimento desse mercado empresarial conforme seu desenvolvimento. De acordo com o autor citado, o nascimento do setor data do início do século XX, porém, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), o desembarque do primeiro veículo (um Peugeot) em terras brasileiras ocorreu em 1898.

Quadro 6 - Desenvolvimento do setor automobilístico no Brasil

ANOS	FATOS
1919	A instalação da primeira empresa do setor, a Ford Motors do Brasil.
1925	Instalação da General Motors do Brasil.
1950-54	O estado começava a concessão de subsídios e a garantia de proteção às empresas estrangeiras do setor automobilístico que se instalassem no país.
1956-61	Por causa dos incentivos estatais, conjuntamente com a presença de mão de obra barata e um mercado interno em expansão, foram atraídas multinacionais do setor automobilístico para o país, como a Toyota e a Volkswagen.
1973	Expansão do setor e chegada de novas empresas como a Fiat.

1978	Expansão do setor e chegada de novas empresas como a Volvo.
Início dos anos 90	O setor automobilístico assim como o Brasil, se encontrava em situação difícil, devido à grandes taxas de inflação, recessão econômica que causou uma desaceleração do crescimento do mercado interno e a defasagem tecnológica.
Durante os anos 90	O setor passou por diversas modificações, acabando como a situação de monopólio interno que o setor se encontrava, devido às restrições de importações.
Final dos 1990 e início dos 2000	A indústria automobilística brasileira voltou a crescer e com a elevação dos investimentos a capacidade produtiva brasileira cresceu, fazendo com que o país alcançasse a sexta posição na produção mundial de veículos.
2000 à 2010	Governo inicia projeto para incentiva as <u>vendas de carros</u> , o governo brasileiro resolveu adotar incentivos fiscais, como a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados)
2010 À 2020	A Industria Automobilística inicia 2010 preocupado com fim de incentivos e finaliza a década com a maior crise sanitária (COVID) deflagra inúmeras crises (sociais, econômicas e política), que afetam níveis em cadeias globais de valor, deixando o mercado parado.

Fonte: Astolphi, 2020

O desenvolvimento do setor automobilístico no Brasil é uma narrativa marcada por eventos significativos ao longo do tempo. Desde a instalação das primeiras empresas estrangeiras, como a Ford e a General Motors, até a chegada de outras gigantes do setor, como Toyota, Volkswagen, Fiat e Volvo, o país experimentou um crescimento expressivo nessa indústria.

Esse progresso foi impulsionado, em grande parte, pelos incentivos do Estado, que garantiram proteção e subsídios às empresas estrangeiras dispostas a se estabelecerem no país. A mão de obra acessível e um mercado interno em expansão também foram fatores atrativos. No entanto, o setor enfrentou desafios nos anos 90, período de altas taxas de inflação, recessão econômica e restrições às importações. A desaceleração do crescimento interno e a defasagem tecnológica foram obstáculos a superar.

A virada do século marcou uma retomada, com investimentos que impulsionaram a capacidade produtiva do Brasil, colocando-o como o sexto maior produtor mundial de veículos. O governo também implementou incentivos fiscais, como a redução do IPI, para estimular as vendas de carros.

No entanto, os anos 2010 trouxeram novos desafios. O fim dos incentivos e a crise sanitária da COVID-19 afetaram o setor automobilístico, levando a uma paralisação do mercado e desencadeando crises em diversos níveis: social, econômico e político.

Esse cenário ilustra como o setor automobilístico brasileiro foi moldado por uma combinação de fatores econômicos, políticos e sociais ao longo dos anos, demonstrando sua resiliência diante de desafios e sua capacidade de se adaptar às circunstâncias em constante mudança.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

Este trabalho foi desenvolvido em uma fábrica automobilística multinacional localizada na Rodovia BR 101 Norte, Km 13-15 na cidade de Goiana no estado de Pernambuco. O polo automotivo foi inaugurado em 2015 e é considerado um dos mais modernos do mundo, responsável pela fabricação de cinco modelos líderes no mercado automobilístico.

Para dar conta de toda demanda a planta funciona em três turnos com meta de produção de mil carros por dia. Para atender as necessidades de produção reúne cerca de quinze mil funcionários diretos e indiretos e ainda conta com um parque de suprimentos (supply park) de fornecedores no mesmo polo, garantindo as peças necessárias para a fabricação em tempo hábil, trazendo mais agilidade aos processos fabris. Na Figura 2 a seguir, pode-se observar a planta do polo automotivo.

Figura 2 - Planta do polo automotivo



Fonte: Site razões para acreditar, 2021.

3.2 Coleta de Informações

A coleta de dados foi realizada através de acompanhamento da execução dos ciclos de limpeza realizados na cabine de pintura durante os meses de agosto e setembro de 2023. Contudo, para o levantamento de atividades, mão de obra, tempo e qualidade na execução durante AM nas cabines de pintura, serão utilizados gravação de vídeos, cronoanálise, e entrevistas com os colaboradores. Também serão utilizadas coleta de dados através de histórico de tempo de parada de AM para atuação da equipe de limpeza.

3.3 Análise das Informações

A análise de informações constituirá no entendimento da metodologia SMED através de pesquisas pertinentes ao tema, posteriormente serão identificadas as atividades internas e externas na execução do AM, como também, identificadas quais são de responsabilidade da empresa e quais são de responsabilidade da terceirizada.

Através da avaliação do desempenho da equipe no momento da execução da atividade (tempo de execução, estratégia, posicionamento) versus a demanda que a cabine de pintura tem de produzir 1000 carros por dia, serão analisadas quais etapas poderiam ser eliminadas e ajustadas para reduzir o tempo de intervenção e aumentar a capacidade produtiva da operação, utilizando os princípios da metodologia SMED.

Ainda, serão entrevistados supervisores, líderes e colaboradores que estarão envolvidos de forma direta e indireta nas atividades, onde serão identificadas dificuldades existentes no processo de execução das atividades. Para compilação e melhor visualização de todas as informações coletadas serão utilizados softwares Excel 2010, Word 2010 e PowerPoint 2010.

4. RESULTADOS

4.1 Necessidades e impacto das atividades realizadas durante a limpeza técnica nas cabines de pintura

Primeiro foi necessário entender a necessidade e o impacto que a atividades de limpeza na cabine de pintura tem no processo produtivo da unidade, onde foram coletadas as seguintes informações. Se atividade não for executada com qualidade, impureza que se contra no robô pode passar para carroceria do carro sendo necessário retrabalho para recuperar. As atividades são realizadas pela equipe de limpeza técnica, onde os condutores são responsáveis apenas pela parada e retomada da linha.

Após as informações anteriormente citadas, foi necessário conhecer a estrutura da cabine e seu layout para dispor melhor os recursos de mão de obra de forma a ter mais agilidade na execução da atividade então foram coletadas as seguintes informações:

A estrutura da cabine de pintura se divide em duas principais etapas:

- A primeira etapa é composta por três estações automáticas que são responsáveis pela pintura do carro chamadas de estações da Base, são elas; BC1 externo composta por seis robôs, BC2 interno composta por onze robôs e BC2 Externo composta por oito robôs.
- A segunda etapa é composta por duas estações responsáveis pelo verniz da pintura do carro, chamada de estações do verniz, são elas CC interno composta por dez robôs e CC externo composta por seis robôs.

Para aplicação da metodologia foi considerado as atividades realizadas nas estações da base, pois as atividades realizadas nas estações do verniz são feitas dentro do tempo e vazio gerado nas estações da base, logo, o tempo de realização das atividades na base será correspondente ao tempo de realização das atividades no verniz.

4.2 Estágio Preliminar - Identificação das Atividades Realizadas na Limpeza Técnica das Cabines

Para aplicação da metodologia SMED foi dado início ao estágio preliminar, também conhecido como estágio zero, onde foram identificadas 38 atividades com um tempo total três horas, trinta minutos e cinquenta segundos, um tempo alto quando considerado a produção de 40 carrocerias hora, com perda produtiva de em média 120 carrocerias.

Conforme afirma Pereira (2016) no estágio preliminar da metodologia SMED deve ser realizada a identificação de cada etapa. As atividades internas e externas se misturam, conforme mostra a Figura 3.

Figura 03 - identificação das atividades realizadas

IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO AM			
Nº	ATIVIDADES	tempo	%
1	ORGANIZAR E SEMPARAR MATERIAIS PARA AM	00:32:00	15,83%
2	DESIGNAR A ATIVIDADE DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:15:02	7,44%
3	VESTIR MACAÇÃO DE PROTEÇÃO PARA ACESSO AS CABINES	00:05:43	2,83%
4	DESLOCAR EQUIPE DO ALMOXARIFADO PARA A CABINE	00:02:12	1,09%
5	AGUARDAR PARADA DA LINHA	00:06:04	3,00%
6	AGUARDAR ESVAZIAMENTO DA PRIMEIRA ESTAÇÃO PARA INICIAR AM	00:01:21	0,67%
7	AGUARDAR CONDUTORES POSICIONAR OS ROBÔS NA PRIMEIRA ESTAÇÃO	00:01:03	0,52%
8	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:40	0,33%
9	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC1 INTERNO	00:04:00	1,98%
10	RETIRAR PLASTICO SUJO DO CAP CLEAN CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEAR)	00:05:02	2,49%
11	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEAN CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEAR)	00:03:00	1,48%
12	APLICAR PLASTICO LIMPO NO CAP CLEAN CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEAR)	00:05:00	2,47%
13	RETIRAR PLASTICO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:02:00	0,99%
14	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (16 ROBÔS)	00:05:02	2,49%
15	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:08:43	4,31%
16	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO E SE DESLOCAR PARA 2ª ESTAÇÃO	00:00:48	0,40%
17	AGUARDAR POSICIONAMENTO DO ROBÔS PARA AM NA SEGUNDA ESTAÇÃO	00:00:55	0,45%
18	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:40	0,33%
19	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES BC1 INTERNO E CABINE BC2 INTERNO	00:08:03	3,98%
20	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC2 INTERNO	00:04:00	1,98%
21	RETIRAR PLASTICO SUJO DO CAP CLEAN CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEAR)	00:07:02	3,48%
22	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEAN CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEAR)	00:05:00	2,47%
23	APLICAR PLASTICO LIMPO NO CAP CLEAN CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEAR)	00:07:02	3,48%
24	RETIRAR PLASTICO DE PROTEÇÃO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:06:00	2,97%
25	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:08:03	3,98%
26	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:11:03	5,47%
27	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO E SE DESLOCAR PARA 3ª ESTAÇÃO	00:00:43	0,35%
28	AGUARDAR POSICIONAMENTO DO ROBÔS PARA AM NA SEGUNDA ESTAÇÃO	00:00:45	0,37%
29	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:45	0,37%
30	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES B2 INTERNO E CABINE BC2 EXTERNO	00:08:03	3,98%
31	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC2 EXTERNO	00:04:00	1,98%
32	RETIRAR PLASTICO SUJO DO CAP CLEAN CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANNER)	00:07:02	3,48%
33	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEAN CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANNER)	00:05:00	2,47%
34	APLICAR PLASTICO LIMPO NO CAP CLEAN CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANNER)	00:07:02	3,48%
35	RETIRAR PLASTICO DE PROTEÇÃO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:04:33	2,25%
36	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:06:54	3,41%
37	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:09:31	4,71%
38	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO LIBERAR PARA PRODUÇÃO	00:01:04	0,53%
TOTAL		03:30:50	100,00%

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após o levantamento e análise das atividades segue considerações encontradas:

- Atividades 02 e 03 é realizada antes da parada da produção
- O condutor fazia a parada da produção para equipe de limpeza atuar com a carroceria na entrada do BC1 externo, e só retomava a produção quando a equipe finalizava a última estação, porém a produção nas estações não é interligada.
- As atividades de número 01, 15, 19, 25, 26, 30, 37 são as atividades com maiores tempos para execução.
- Posicionamento dos colaboradores de forma desorganizada durante a realização da atividade.

4.3 Estágio 01 e 02 - Separação e Conversão das Atividades Internas e Externas

Após identificar todas as etapas da limpeza realizada nas cabines e o tempo necessário para execução foi feita a identificação, separação e conversão das atividades internas em externas conforme estágio 01 e 02 da aplicação da metodologia SMED. Segundo Albuquerque (2017) no estágio 1 deve-se separar as atividades internas das atividades externas identificando quais atividades podem ser realizadas antes da parada da produção/ máquina buscando a redução no tempo de setup.

Já o estágio 02 consiste em converter as atividades internas em externas, para que essa ação fosse possível foi necessário observar as atividades que poderiam ser realizadas previamente ou de forma simultânea e com isso, obter uma redução no tempo total das atividades realizadas com a linha parada. Conforme afirma Albuquerque (2017) a implementação desta fase deve permitir obter uma melhoria de 10% a 30% no tempo total.

Assim, foram identificadas as atividades enumeradas de 01 a 05 e convertidas para atividade externa, cujo tempo total representava, aproximadamente, uma hora do tempo do ciclo de limpeza, conforme mostra a Figura 04.

Figura 04 - Identificação das Atividades Externas

ATIVIDADES EXTERNAS			
Nº	ATIVIDADES	tempo	%
1	ORGANIZAR E SEMPARRAR MATERIAIS PARA AS ATIVIDADES	00:32:00	15,18%
2	DESIGNAR A ATIVIDADE DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:15:02	7,13%
3	VESTIR MACAÇÃO DE PROTEÇÃO PARA ACESSO AS CABINES	00:05:43	2,71%
4	DESLOCAR EQUIPE DO ALMOXARIFADO PARA A CABINE	00:02:12	1,04%
5	AGUARDAR PARADA DA LINHA	00:06:04	2,88%
TOTAL		01:01:01	28,94%

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Como mostra a figura 05, também foram identificadas as atividades consideradas internas em cada estação das cabines de pintura.

Figura 05 - Atividades classificadas como internas

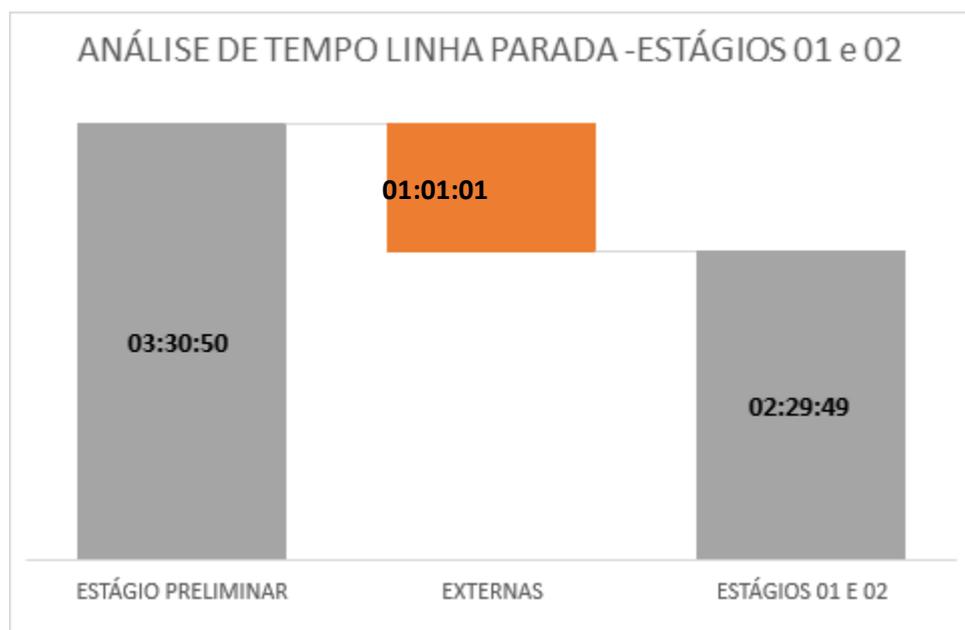
ATIVIDADES INTERNAS - ESTAÇÃO BC1 EXTERNO			
6	AGUARDAR ESVAZIAMENTO DA PRIMEIRA ESTAÇÃO PARA INICIAR ATIVIDADES	00:01:21	0,64%
7	AGUARDAR CONDUTORES POSICIONAR OS ROBÔS NA PRIMEIRA ESTAÇÃO	00:01:03	0,50%
8	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:40	0,32%
9	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC1 INTERNO	00:04:00	1,90%
10	RETIRAR PLÁSTICO SUJO DO CAP CLEANER CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEANER)	00:05:02	2,39%
11	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEANER CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEANER)	00:03:00	1,42%
12	APLICAR PLÁSTICO LIMPO NO CAP CLEANER CABINE BC1 INTERNO (6 CAP CLEANER)	00:05:00	2,37%
13	RETIRAR PLÁSTICO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:02:00	0,95%
14	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (16 ROBÔS)	00:05:02	2,39%
15	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:08:43	4,13%
16	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO E SE DESLOCAR PARA 2ª ESTAÇÃO	00:00:48	0,38%
TOTAL		00:36:39	17,38%
ATIVIDADES INTERNAS - ESTAÇÃO BC2 INTERNO			
17	AGUARDAR POSICIONAMENTO DO ROBÔS PARA AM NA SEGUNDA ESTAÇÃO	00:00:55	0,43%
18	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:40	0,32%
19	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03	3,82%
20	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC2 INTERNO	00:04:00	1,90%
21	RETIRAR PLÁSTICO SUJO DO CAP CLEANER CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEANER)	00:07:02	3,34%
22	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEANER CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEANER)	00:05:00	2,37%
23	APLICAR PLÁSTICO LIMPO NO CAP CLEANER CABINE BC2 INTERNO (8 CAP CLEANER)	00:07:02	3,34%
24	RETIRAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:06:00	2,85%
25	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:08:03	3,82%
26	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:11:03	5,24%
27	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO E SE DESLOCAR PARA 3ª ESTAÇÃO	00:00:43	0,34%
TOTAL		00:58:31	27,75%
ATIVIDADES INTERNAS - ESTAÇÃO BC2 EXTERNO			
28	AGUARDAR POSICIONAMENTO DO ROBÔS PARA AM NA SEGUNDA ESTAÇÃO	00:00:45	0,36%
29	BLOQUEAR ESTAÇÃO COM CADEADO E ETIQUETA DE CADA INTEGRANTE DA EQUIPE	00:00:45	0,36%
30	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03	3,82%
31	TROCAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DOS TRANSPORTADORES CABINE BC2 EXTERNO	00:04:00	1,90%
32	RETIRAR PLÁSTICO SUJO DO CAP CLEANER CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANER)	00:07:02	3,34%
33	REALIZAR LIMPEZA DA BORDA DO CAP CLEANER CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANER)	00:05:00	2,37%
34	APLICAR PLÁSTICO LIMPO NO CAP CLEANER CABINE BC2 EXTERNO (8 CAP CLEANER)	00:07:02	3,34%
35	RETIRAR PLÁSTICO DE PROTEÇÃO DO BRAÇO DO ROBÔ CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:04:33	2,16%
36	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:06:54	3,27%
37	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:09:31	4,51%
38	RETIRAR DA ESTAÇÃO CADEADO DE BLOQUEIO LIBERAR PARA PRODUÇÃO	00:01:04	0,51%
TOTAL		00:54:39	25,52%
TOTAL GERAL		02:29:49	100%

Dados da pesquisa, 2021.

As atividades internas como mostra a Figura 05, somam o total de duas horas, trinta e um minutos e dez segundos, com trinta e três atividades divididas entre as três cabines da base. Após a separação e conversão das atividades internas e externas foi realizada uma análise de tempo para identificar quais foram os ganhos com a aplicação da metodologia nesses estágios conforme mostra a Figura 06.

5. DISCUSSÕES

Figura 06 - Gráfico de análise de tempo após a aplicação dos estágios 01 e 02



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após a aplicação dos estágios 01 e 02 já é possível observar a redução do tempo total de linha parada. No estágio preliminar esse tempo era de três horas, trinta minutos e cinquenta segundos, após realizar a separação de atividades o tempo reduziu para duas horas e vinte e nove minutos, tendo um ganho de 28,94% do tempo de intervenção. Corroborando as afirmações de Albuquerque (2017), que essa fase é de extrema importância para o sucesso da

aplicação da metodologia e pode chegar a redução de 10% a 50% do tempo de total de máquina parada.

5.1 Estágio 03 – Racionalização e Melhoria das Atividades

No estágio 03 foram observadas quais melhorias poderiam ser aplicadas na execução das atividades internas e externas, a fim de trazer uma redução ainda maior para o tempo de execução das atividades.

Com isso, foram identificadas as atividades conforme figura 07 consideradas as de maior tempo durante a realização da limpeza técnica, totalizando cinquenta e três minutos e consideradas como gargalo.

Figura 07 - Identificação de atividades gargalos tempos acima de oito minutos

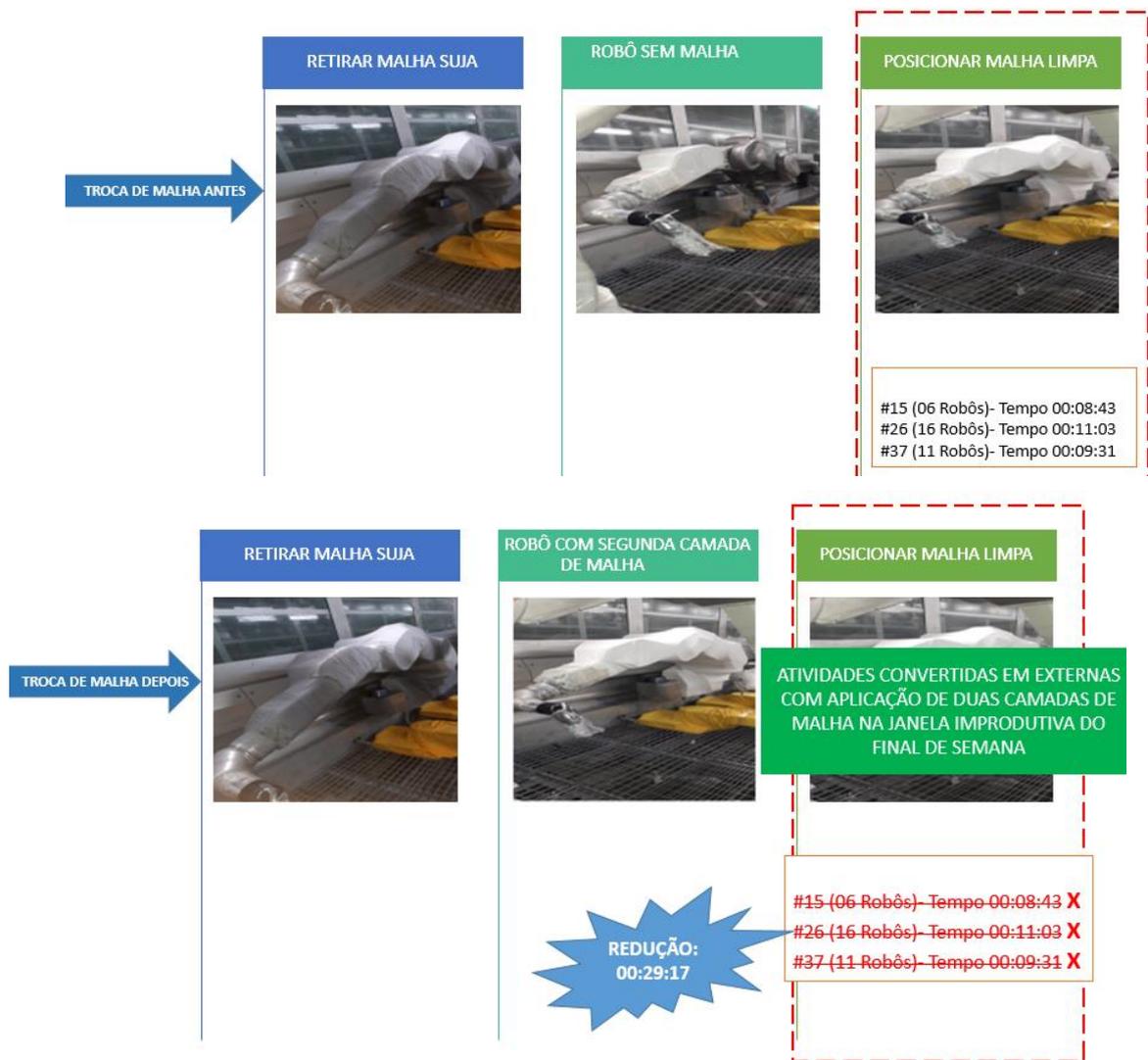
IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES GARGALOS		
Nº	ATIVIDADES	tempo
15	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:08:43
19	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03
25	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:08:03
26	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:11:03
30	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03
37	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:09:31
	TOTAL	0:53:26

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após identificação das atividades gargalos foi realizada uma reunião com todos os envolvidos de forma direta e indireta na execução da limpeza técnica nas cabines. Para propostas de melhoria na execução dessas atividades com foco na redução de tempo ou até eliminação de atividade desnecessárias, para isso foi realizado um *brainstormig*

Durante *brainstormig* foram propostas várias ideias, e foram escolhidas as que mais faziam sentido para aplicação. Para as atividades de número 15, 26 e 37 referentes a troca da malha dos robôs foi proposto a utilização da janela improdutiva dos finais de semana, para otimização dessas atividades, assim poderia se aplicar mais de uma camada de malha e também plástico de proteção no braço do robô, dessa forma não seria necessário recolocar a malha e o plástico, só se tiraria as malhas sujas. Convertendo assim as atividades de número 15, 26 e 37 em atividades externas, gerando redução de vinte e nove minutos e dezessete segundos no tempo total de linha parada. A Figura 08 ilustra essa proposta.

Figura 08 - Análise de conversão das atividades 15, 26 e 37



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Para as atividades de número 19 e 30 foi proposta a mesma sistemática, a troca do plástico das transferências gera um gargalo por ser necessário retirar toda a camada do plástico de proteção sujo e em seguida posicionar uma nova camada, então foi proposto a aplicação de várias camadas de plástico durante janela improdutiva do final de semana, assim durante a realização da limpeza só seria necessário a retirada da camada suja, reduzindo o tempo dessas

atividades pela metade, de oito minutos para quatro minutos, com um ganho total oito minutos a menos. Na Figura 09 é ilustrado o detalhe da transferência com a aplicação de várias uma camada de plástico.

Figura 09 - Detalhe da transferência entre as cabines



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após a aplicação das melhorias nas atividades mencionadas anteriormente, foi possível obter uma redução de aproximadamente trinta e sete minutos do tempo para realizar as atividades consideradas gargalos, onde somavam o total de aproximadamente cinquenta e três minutos e após a aplicação do estágio 03, foi possível obter uma redução de aproximadamente 69%, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 - Atividades gargalos após melhorias

ATIVIDADES GARGALOS APÓS ESTÁGIO 03				REDUÇÃO (H)
Nº	ATIVIDADES	ANTES (H)	DEPOIS (H)	0:37:23
15	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC1 INTERNO (6 ROBÔS)	00:08:43	00:08:43	
19	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03	00:04:00	
25	RETIRAR MALHA SUJA DO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:08:03	00:08:03	
26	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 INTERNO (16 ROBÔS)	00:11:03	00:11:03	
30	TROCAR PLÁSTICO DO PAVIMENTO DA TRANSFERENCIA ENTRE AS CABINES	00:08:03	00:04:00	
37	POSICIONAR MALHA LIMPA NO ROBÔ NA CABINE BC2 EXTERNO (8 ROBÔS)	00:09:31	00:09:31	
TOTAL		0:53:26	0:16:03	

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Ainda no estágio 03 foram realizados treinamentos específicos voltados a posicionamento dos colaboradores afim de ter uma melhor distribuição no momento da execução das atividades. Também foi criado um check-list de materiais para que antes do início das atividades fosse verificado se todos os materiais necessários estão disponíveis, evitando perda de tempo com imprevistos e deslocamento até almoxarifado durante a execução das atividades.

As propostas citadas anteriormente vão de encontro aos princípios de Mendes (2017) que afirma que é nesse estágio onde se permite maior liberdade na aplicação das melhorais, já que busca o aperfeiçoamento geral do processo.

Com isso, foi possível observar ganhos de qualidade na execução das atividades, sendo realizadas de forma padronizada e organizada.

Afim de continuar na busca da melhoria continua que é de extrema importância para as organizações, pois possibilita está sempre aperfeiçoando seus processos. Foi proposto ainda que as atividades fossem realizadas de forma simultânea por estação, assim ao finalizar as atividades da primeira estação já se retomava a produção naquela cabine enquanto a limpeza era sequenciada nas demais estações, para assim, o tempo total de produção parada diminuir.

Para implementação da melhoria citada anteriormente será necessário a realização de uma série de treinamentos específicos pois envolve a necessidade de mão de obra específica e bem capacitada na execução, com isso foi proposto que esse treinamento seja baseado no *pit stop* de fórmula 01 devido a agilidade na execução de atividades simultâneas

Estima-se que após a aplicação dessa etapa, as atividades tenham uma redução de 30% do tempo atual execução.

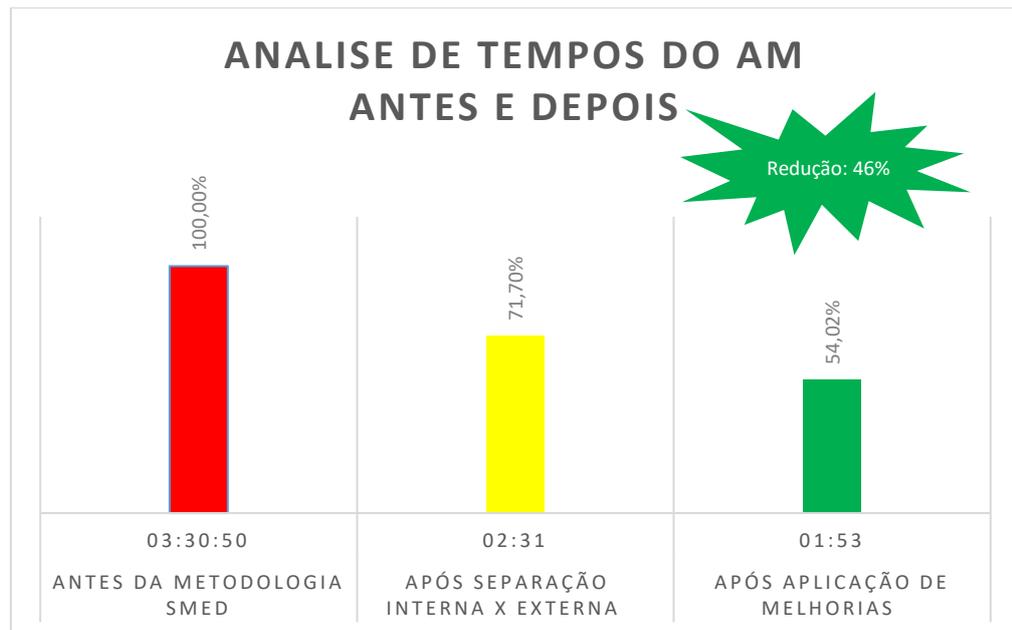
5.2 Análise de Resultados Obtidos com a Aplicação do SMED

Ao observar todas as etapas descritas anteriormente, é notória a redução de tempo das atividades realizadas nas cabines de pintura. O sucesso da aplicação desse método foi possível sem a necessidade de investimentos. Apenas com a organização das atividades identificação de gargalos e melhorias implantadas.

Já os ganhos foram consideráveis, visto que o tempo de produção parada para realização da limpeza foi de três horas e trinta minutos para uma hora e cinquenta e três minutos, em percentual houve uma redução de 46% aumentando a produtividade da empresa contratante. A Figura 17 mostra análise realizada com os tempos de antes e depois do SMED.

Ao implementar os estágios propostos pelo SMED pode-se reiterar a eficácia deste método, sendo possível observar melhorias em cada fase percorrida. Confirmando o que foi dito por Galego (2014) em seus resultados ao aplicar a metodologia em uma indústria de fabricação de bombas, onde obteve uma redução de 53% no tempo de *setup* de uma prensa. A Figura 11 mostra análise realizada com os tempos de antes e depois do SMED

Figura 11 - Grafico analise de tempos antes e depois do SMED



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

A aplicação dos estágios da metodologia SMED permitiu a separação e conversão de atividades internas em externas, resultando em uma redução do tempo de intervenção para duas horas e vinte e nove minutos, o que representou um ganho de 28,94%.

No estágio seguinte, identificaram-se atividades críticas que totalizavam cinquenta e três minutos. Com a implementação de melhorias, como a otimização da troca de componentes durante períodos improdutivos, essas atividades foram reduzidas em 69%, alcançando dezesseis minutos de tempo de intervenção.

Adicionalmente, propôs-se uma estratégia de execução simultânea das atividades por estação, com o objetivo de reduzir ainda mais o tempo de intervenção em 30%. Os resultados finais demonstraram uma redução do tempo de produção parada de três horas e trinta minutos para uma hora e cinquenta e três minutos, representando uma melhoria de 46% na eficiência operacional da empresa contratante. Esses achados indicam não apenas a aplicabilidade prática da metodologia SMED, mas também sua eficácia na identificação de oportunidades de

otimização e na implementação de mudanças que impactaram positivamente a eficiência do processo produtivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o estudo vale ressaltar que a manufatura enxuta e suas ferramentas traz como princípio a redução de desperdícios. A sua aplicação visa eliminar atividades que não agregam valor ao produto proporcionando maior capacidade produtiva para as organizações que a adotam. Esse trabalho teve como objetivo apresentar resultados de redução de tempo através da aplicação da metodologia SMED em ciclos de limpeza técnica executados na linha de pintura de uma indústria automobilística.

Para alcançar tal objetivo inicialmente foram coletados tempos de execução como também observada a desenvoltura do time responsável pelas atividades. Nessa etapa foi identificado um tempo total de linha parada de três horas e trinta minutos, onde foi confirmada a necessidade de aplicação da metodologia.

Com tudo após desenvolver todas as propostas existentes nesse trabalho foi possível obter resultados positivos com a redução de 46% do tempo de execução dos ciclos limpeza técnica nas cabines de pintura, onde inicialmente era de três horas e trinta minutos e após implementação de todos os estágios do SMED passou a ser de uma hora e cinquenta e três minutos, atingindo assim o objetivo principal proposto nesse estudo.

Vale ressaltar que para obter os resultados apresentados não houve necessidade de investimento, pois todas as etapas foram executadas pelo time da empresa prestadora de serviço.

Dessa forma foi possível comprovar a aplicabilidade da metodologia em ciclos de limpeza técnica, consolidando o sucesso que a ferramenta apresenta em variados seguimentos. Como continuidade do presente estudo foi proposta a implementação da metodologia em outros seguimentos dentro da organização, disseminando a cultura de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. C. M. **Aplicação da Metodologia SMED numa Empresa de Fabrico de Colchões**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial (2º ciclo de estudos). Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2017 Disponível em: < <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/9453?mode=full> > Acesso em 10 de Abril 2023.

ANFAVEA, (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**, 2021. Disponível em: < <https://www.anfavea.com.br/anuarios> >. Acesso em: 15 de maio de 2023.

AMOLARO, C. M., **Aplicação da metodologia SMED num processo de estampagem**. Mestrado em Engenharia Industrial Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Instituto Politécnico de Bragança. 2019, Curitiba/Bragança. Disponível em: < <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/19455> > Acesso em 27 de Abril 2023

ASTOLPHI, M. V. C., **A inserção da indústria automobilística brasileira nas cadeias globais de valor: uma análise do período 2000-2017**. Monografia apresentada ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22119/3/Inser%C3%A7%C3%A3oInd%C3%BAstriaAutomobil%C3%ADstica.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

BALASSIANO, M. **Década cada vez mais perdida na economia brasileira e comparações internacionais**. Fundação Getúlio Vargas, 2020. < <https://portal.fgv.br/artigos/decada-cada-vez-mais-perdida-economia-brasileira-e-comparacoes-internacionais>. Acesso em: 17 de outubro de 2023.

CASTRO, D. G. **Aplicação da metodologia SMED numa linha de enchimento de uma unidade cervejeira**. Universidade do Minho - Escola de Engenharia. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Braga, 2017. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48166?mode=full>. Acesso em 12 de julho de 2023.

COSTA, I. A. da, **Aplicação da Metodologia SMED numa Linha CNC de Produção de Mobiliário**. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em Engenharia Mecânica, Porto/Portugal. 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78401/2/34348.pdf> > Acesso em 15 de Abril, 2023.

DAUDT, G., WILLCOX, L. D. **Indústria Automotiva: Visão 2035**: Brasil, país desenvolvido Agendas setoriais para o desenvolvimento, P. 183-208, 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16241/1/PRCapLiv214167_industria_auto_motiva_compl_P.pdf > Acesso em: 19 de Abril de 2023.

DESAI, M., 2015. **Set Up Change Time Optimization Using Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology 2**

DIAS E CASTRO, J. F., **Desenvolvimento de ferramentas de simulação Lean Management de apoio ao ensino**. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de

Mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Departamento de Engenharia Mecânica, Coimbra, Fevereiro, 2017. Disponível em:

<https://eg.uc.pt/bitstream/10316/82946/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20MEGI%20-%20Jo%C3%A3o%20Castro%20-%20202014233413%20-%20corrigida.pdf> > Acesso em: 29 de agosto de 2023.

FACCIROLLI, G. R.; **Lean Manufacturing: Estudo de caso de otimização de serviços em uma empresa de tecnologia.** 2019. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019. <
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27810> > Acesso em: 12 de setembro de 2023.

FARIAS, T. S., **Eficiência operacional e os setes desperdícios do sistema Toyota: estudo de caso de uma indústria de embutidos.** Sarandi, 2018, 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso, UPF, Campus Sarandi, 2018. <

<http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1455/1/SAR2018Tamires%20Severo%20Farias.pdf> > Acesso em 15 de março de 2023.

GALEGO, V. S. de B., **Estudo e implementação da metodologia SMED-Up na empresa Britefil, S.A.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Licenciatura em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2014. <https://run.unl.pt/handle/10362/14056> Acesso em: 09 de setembro de 2023.

JABBOUR, C. J. C; SANTOS, F. C. A. **The central role of human resource management in the search for sustainable organizations.** The International Journal of Human Resource Management, v. 19, n. 12, p. 2133-2154, 2008.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09585190802479389> > Acesso em: 14 de Março, 2023.

LIMA, R. J. da C., **Disrupção e Transformação no Setor Automotivo: um balanço do fechamento da fábrica da Ford em São Bernardo do Campo (SP).** Disponível em:

<https://www.dmtemdebate.com.br/disrupcao-e-transformacao-no-setor-automotivo-um-balanco-do-fechamento-da-fabrica-da-ford-em-sao-bernardo-do-campo-sp/>. Acesso em 24 de abril de 2023.

MENDES, L. G. **Método para redução de *setup* baseado na abordagem de melhoria contínua Toyota Kata.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/185698/PEMC1786-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em 16 de abril, 2023

MOLINA, R. M. **Aplicação de técnicas e princípios da manufatura enxuta em uma empresa do vestuário: um estudo de caso.** 2014. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014. Disponível em: <

http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12828/2/MD_COENP_TCC_2014_2_13.pdf > Acesso em 21 de Março 2023.

NEGRÃO, L. L. L., **Caracterização da implementação do *Lean Manufacturing* na região Amazônica: Identificação do grau de adoção e seu efeito no desempenho empresarial.** (Tese de Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Carlos/SP, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8895/TeseLLLN.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em 17 de Março 2023.

OLIVEIRA, P. L.; **Análise dos sete desperdícios da produção em um abatedouro de aves.** 2016. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação e Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia de Produção, Brasília, 2016. Disponível em: < https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15209/1/2016_PabloLustosadeOliveira.pdf > Acesso em 22 de abril 2023.

PACHE, R, *et al.* **Princípios da Manufatura Enxuta como proposta para arranjo físico na indústria de transformação de termoplásticos.** ENGEVISTA, V. 17, n. 4, p. 507-524, Dezembro 2015. Disponível em: < <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/9043> > Acesso em 15 de Março 2023.

PEREIRA, L. M., **Aplicação de Troca Rápida De Ferramentas (TRF) em linhas de recebimento: um estudo de caso em uma indústria do setor sementeiro.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento de Engenharia de Produção - Engenharia De Produção. Ponta Grossa, 2016. Disponível em: < https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16037/2/PG_DAENP_2016_2_18.pdf > Acesso em 09 de agosto de 2023.

PEREIRA, V. M. N., **Estudo e Implementação da Metodologia SMED para a Redução de Tempos de Setup em Linhas de Produção de Componentes Eletrônicos.** Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Departamento de Engenharia Mecânica, Coimbra, Setembro, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/37030>. Acesso em 09 de maio de 2023.

QUEIROZ, G.A., **Recomendações para implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósito da produção mais limpa.** Dissertação Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos – universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-02072015-142549/publico/GeandraAlvesQueirozDEFINITIVO.pdf> > Acesso em 16 de Março 2023.

ROCHA, T. F. C. L.; **Estudo de caso das práticas de melhoria contínuas de Manufatura Enxuta e Seis Sigma em uma unidade multinacional no Brasil – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, São Paulo, 2016.** Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-21112017-163524/pt-br.php> > Acesso em 12 de Março 2023.

SILVA, V, B, S, **As recentes políticas industriais brasileiras: uma comparação com as trajetórias tecnológicas alemãs.** Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Economia e Mercados da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Sociais e Aplicadas. 2020. Disponível em: <

<http://tede.mackenzie.br/jspui/bitstream/tede/4357/5/Vit%c3%b3ria%20Batista%20Santos%20Silva.pdf> > Acesso em 08 de Abril de 2023.

SOUZA, J. C. de; **Aumento da Capacidade Produtiva utilizando Princípios e Ferramentas da Manufatura Enxuta** [manuscrito]: estudo de caso em uma linha de montagem de veículos automotores / Julio Cesar de Souza. - 2014. xii, 70 f.: il. Disponível em: < <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4553> > Acesso em 14 de setembro de 2023.

SOUZA, F. A. L.; MELO, H. S.; CARMO, W. S. P. **Lean manufacturing – SMED**. Fametro, v. 4, n. 1, p. 60-83, jan./mar. 2016.

TURRA, P. e TURRA W. A. **Estruturação da metodologia didática sobre manufatura enxuta em um laboratório de ensaios no curso da engenharia de produção: projeto LaPOP**. Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina. 2018. 63f. Disponível em: < https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2018/PatrickTurra.pdf > Acesso em 17 de setembro de 2023.