



OTIMIZAÇÃO DE TROCAS RÁPIDAS DE FERRAMENTAS: A METODOLOGIA SMED EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS

OPTIMIZATION OF QUICK TOOL CHANGEOVERS: THE SMED METHODOLOGY IN A DENTAL PRODUCTS INDUSTRY

OPTIMIZACIÓN DE LOS CAMBIOS RÁPIDOS DE HERRAMIENTAS: LA METODOLOGÍA SMED EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS DENTALES

Henrique Granado de Souza¹ & Karoline Guedes^{2*}

^{1,2}Universidade Estadual de Maringá
¹ra114617@uem.br ²kguedes2@uem.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 15.01.2025

Aprovado: 07.03.2025

Disponibilizado: 27.03.2025

PALAVRAS-CHAVE: SMED, troca rápida de ferramenta, indústria odontológica.

KEYWORDS: SMED, quick tool change, dental industry.

PALABRAS CLAVE: SMED, cambio rápido de herramientas, industria dental.

*Autor Correspondente: Guedes, K.

RESUMO

Diante dos desafios do mercado globalizado, a otimização dos processos produtivos torna-se crucial. Desenvolvida por Shigeo Shingo, a SMED destaca-se na redução do tempo de setup em máquinas industriais. Esta pesquisa foca na eficiência operacional, especialmente na redução do tempo de setup, identificando-o como ponto crítico para a empresa de produtos odontológicos. O estudo envolveu a coleta de dados sobre o processo de setup, destacando desmontagem, limpeza e montagem da máquina. O SMED adotou a separação de atividades, eliminação do não essencial e padronização. Propostas incluíram antecipação da limpeza e envolvimento de dois operadores. A padronização ocorreu via Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e gestão visual. Treinamentos garantiram compreensão e adesão. Resultados mostraram redução significativa de mais de três horas no tempo de setup, gerando economia de horas de produção e aumento na eficiência. O estudo destaca a importância do SMED na melhoria dos processos industriais, ressaltando benefícios como redução de custos, aumento de capacidade produtiva e flexibilidade. A implementação bem-sucedida evidenciou ganhos tangíveis em eficiência e produtividade.

ABSTRACT

Given the challenges of the globalized market, optimizing production processes becomes crucial. Developed by Shigeo Shingo, SMED stands out in reducing setup time in industrial machines. The research focuses on operational efficiency, especially in reducing setup time, identifying it as a critical point for the dental products company. The study involved

collecting data on the setup process, highlighting disassembly, cleaning, and assembly of the machine. SMED adopted the separation of activities, elimination of non-essentials, and standardization. Proposals included anticipating cleaning and involving two operators. Standardization occurred via Standard Operating Procedures (SOPs) and visual management. Training ensured understanding and adherence. The results showed a significant reduction of more than three hours in setup time, resulting in savings in production hours and an increase in efficiency. The study highlights the importance of SMED in improving industrial processes, highlighting benefits such as cost reduction, increased production capacity and flexibility. The successful implementation demonstrated tangible gains in efficiency and productivity.

RESUMEN

Ante los desafíos del mercado globalizado, la optimización de los procesos productivos se vuelve crucial. Desarrollado por Shigeo Shingo, SMED se destaca por reducir el tiempo de configuración en máquinas industriales. La investigación se centra en la eficiencia operativa, especialmente en la reducción del tiempo de preparación, identificándolo como un punto crítico para la empresa de productos dentales. El estudio implicó la recopilación de datos sobre el proceso de instalación, destacando el desmontaje, la limpieza y el montaje de la máquina. SMED adoptó la separación de actividades, la eliminación de no esenciales y la estandarización. Las propuestas incluyeron adelantar la limpieza e involucrar a dos operadores. La estandarización se produjo a través de procedimientos operativos estándar (SOP) y gestión visual. Las capacitaciones garantizaron la comprensión y la adherencia. Los resultados mostraron una reducción significativa de más de tres horas en el tiempo de configuración, lo que resultó en ahorros de horas de producción y un aumento en la eficiencia. La investigación destaca la importancia del SMED en la mejora de los procesos industriales, destacando beneficios como la reducción de costes, el aumento de la capacidad de producción y la flexibilidad. La implementación exitosa ha demostrado ganancias tangibles en eficiencia y productividad.

INTRODUÇÃO

A constante evolução do mercado globalizado tem impulsionado as indústrias a buscarem meios eficazes para manterem-se competitivas e eficientes. Nesse contexto, a otimização dos processos produtivos e a redução de custos têm se apresentado como desafios cruciais para as organizações (Freitas et al., 2017).

Para atender a demanda com maior eficiência operacional, metodologias e técnicas têm sido exploradas, dentre as quais se destaca a SMED (*Single Minute Exchange of Die*), também conhecida como Troca Rápida de Ferramentas, que foi desenvolvida com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* em máquinas e equipamentos industriais (Ohno, 1997).

Quando os tempos de *setup* se mostram prolixos e ineficientes, a produção sofre uma perda substancial de tempo útil, resultando em menor capacidade produtiva, elevação dos custos operacionais e diminuição da flexibilidade para atender às flutuações da demanda do mercado (LIKER, 2004). Nesse contexto, a Metodologia SMED se destaca como uma abordagem que visa reduzir significativamente o tempo de *setup*, permitindo que empresas possam efetuar a troca de ferramentas em minutos, ao invés de horas (Hirano, 1998; Womack et al., 2019).

Nesse cenário, em que a otimização do tempo de troca de ferramentas emerge como um elemento crítico na melhoria da produtividade de processos industriais (Leote & Pacheco, 2014), o presente trabalho se propôs a investigar e analisar a aplicação da Metodologia SMED como um instrumento para otimizar as trocas rápidas de ferramentas em um ambiente industrial de produtos odontológicos, mais precisamente no setor de envase.

Mediante um estudo detalhado, foram explorados os princípios fundamentais, técnicas e estratégias inerentes à Metodologia SMED, bem como os desafios e vantagens associados à sua implementação. Com a condução deste estudo buscou-se obtenção de *insights* relevantes acerca da adaptação e integração da Metodologia SMED às operações industriais, com a finalidade de alcançar melhorias palpáveis em termos de eficiência e produtividade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A otimização de processos industriais tem sido uma prioridade para as organizações que buscam melhorar sua eficiência operacional e competitividade no mercado globalizado. Uma das áreas críticas nesse contexto é a redução do tempo de *setup*, que envolve a troca de ferramentas em máquinas e equipamentos industriais para acomodar diferentes produtos ou tarefas (Shingo, 1985).

Um processo é a junção de insumos, equipamentos, métodos, condições ambientais, pessoas e informações que tem como objetivo a fabricação de um bem ou a realização de um serviço comum. Assim, processos industriais envolvem etapas químicas, físicas, elétricas ou mecânicas para auxiliar nessa fabricação do bem, que é usualmente produzido em grande escala (Werkema, 1995).

Nesses processos, o *setup* é uma etapa crítica e envolve a configuração inicial de máquinas, equipamentos e sistemas para a fabricação de produtos específicos. É caracterizado por atividades como troca de ferramentas, ajustes de parâmetros, configurações de máquinas e outras tarefas relacionadas à preparação da linha de produção. O desempenho do *setup* tem um papel crucial na competitividade das empresas, uma vez que afeta a produtividade, o tempo de entrega e os custos de produção (Womack, Jones, & Ross, 1990).

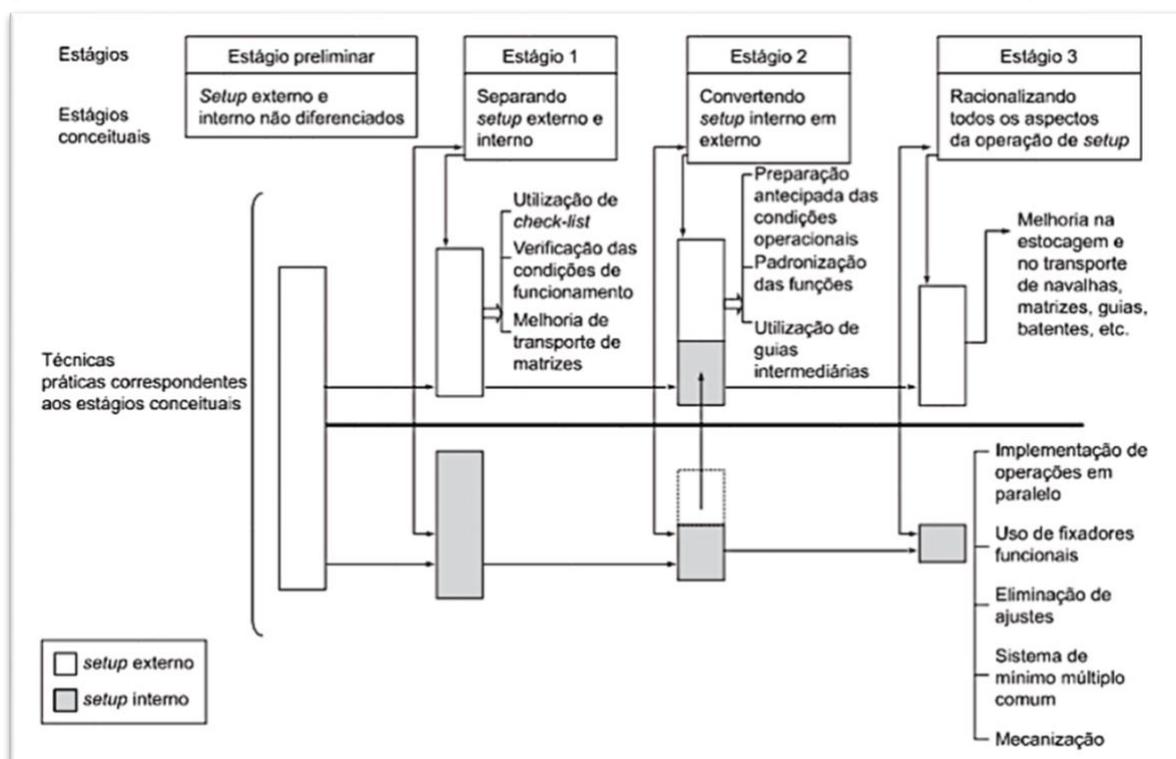
SMED - Single Minute Exchange of Die

A Metodologia SMED, desenvolvida por Shigeo Shingo, é uma abordagem fundamental para atingir *setups* mais rápidos e eficientes (Shingo, 1985). Os tempos de *setups* são críticos e envolvem a configuração inicial de máquinas, equipamentos e sistemas, por isso, o tempo de *setup* é um indicador-chave em processos industriais. Esse tempo ainda está relacionado ao período de inatividade da máquina e é calculado pelo intervalo entre a última produção de boa qualidade do lote anterior, e a primeira produção de boa qualidade do lote seguinte (Consulenza, 1999).

Quanto mais longo for o tempo de *setup*, maior será a interrupção na produção. Isso, pode resultar em estoques desnecessários, atrasos nas entregas e custos adicionais. Métodos tradicionais de troca de ferramentas, com ajustes de máquinas demorados e sem uma sequência ordenada, foram deixados de lado para que métodos modernos e com estudos comprovados de eficiência tomassem seu lugar, como o SMED por exemplo (Shingo, 1985).

O método baseia-se em princípios que visam à redução do tempo de troca para menos de um minuto, por isso seu acrônimo advém de “Single Minute Exchange of Die” (Ohno, 1997). Para isso, ele considera dois tipos de *setups*, o interno e o externo, o primeiro ocorre quando a máquina ou linha de produção já está parada. O segundo engloba todas as atividades de preparação que podem ser executadas com a máquina em funcionamento. Isso inclui a preparação de ferramentas, materiais, configurações de máquinas e outros ajustes que podem ser realizados com a produção em andamento (Womack, Jones, & Ross, 1990). O método pressupõe a separação das atividades internas e externas ao processo de *setup*, permitindo que as últimas sejam realizadas sem interromper a produção. Assim, Shingo (1985) propõe a conversão das atividades internas em externas, e a padronização de processos, para reduzir tempos e eliminar desperdício (Figura 1).

Figura 1. Conceitos do SMED para a conversão das atividades internas em externas e a padronização de processos



Fonte: Shingo (2020).

Assim, as etapas do SMED são: (1) Identificação do processo; (2) Coletar dados; (3) Separação das Operações Internas e Externas; (4) Eliminação de Atividades Não Essenciais; (5) Padronização; (6) Treinamento e conscientização; e (7) Melhoria contínua. Primeiramente, a equipe identifica e seleciona um processo específico que será alvo da melhoria. Ele geralmente envolve a necessidade de mudança de ferramentas ou configuração de máquinas.

Em seguida, dados detalhados sobre o processo são coletados. Isso inclui o tempo atual de troca de ferramentas, as etapas envolvidas e qualquer outra informação relevante para o entendimento do cenário estudado. Na terceira etapa, há a separação das operações internas e externas, as operações internas são aquelas que só podem ser realizadas com a máquina parada, enquanto as externas podem ser feitas com a máquina ainda em operação.

Para a eliminação de atividades não essenciais, é preciso identificar as atividades que não agregam valor ao processo de troca de ferramentas. Isso inclui a busca por maneiras de simplificar e otimizar as etapas, reduzindo o tempo total necessário. Posteriormente, uma vez que as melhores práticas foram identificadas, deve-se criar padrões e procedimentos para garantir consistência e eficiência nas trocas de ferramentas.

O Treinamento e conscientização acontece, então, para implementação das novas práticas e procedimentos, buscando garantir a adesão ao novo processo. Finalmente, a melhoria contínua, é crucial para monitorar e avaliar o desempenho do processo. A equipe deve continuar procurando maneiras de aprimorar ainda mais os procedimentos e reduzir o tempo de troca de ferramentas.

Implementar o SMED gera, principalmente, a redução do tempo de *setup* e a padronização dos processos de troca. Conseqüentemente, de modo secundário a aplicação bem-sucedida da metodologia pode trazer benefícios como: o aumento da capacidade produtiva, a maior flexibilidade na adaptação a demandas, a diminuição dos custos operacionais e desperdícios, e a melhoria da qualidade dos produtos (Hirano, 1998; Liker, 2004).

METODOLOGIA

Este trabalho se apresenta como uma pesquisa-ação, que se caracteriza como um estudo de um problema em conjunto com uma ou mais ações dos pesquisadores, para resolução de um problema individual ou coletivo. Os envolvidos trabalham, então, de forma cooperativa para a resolução do problema (Prodanov & Freitas, 2013).

Assim, o objetivo da pesquisa foi investigar e analisar a aplicação da Metodologia SMED como um instrumento para otimizar as trocas rápidas de ferramentas, fundamentado em dados qualitativos e quantitativos, em um ambiente industrial de produtos odontológicos. Para isso, os pesquisadores tiveram função ativa na resolução do problema encontrado.

Primeiramente, identificou-se todos os processos que os produtos passam dentro da empresa, desde a chegada das matérias-primas até a disponibilidade para a comercialização. Isso aconteceu, por entrevistas com os operadores, a equipe de produção e a equipe de manutenção para entender os desafios enfrentados e expectativas em relação às melhorias.

Houve gravações das entrevistas, assim como vídeos e fotos dos operadores realizando seu trabalho com comentários, passo a passo. Todas as imagens tiveram consentimento da empresa e dos envolvidos. Com isso, entendeu-se os processos e pode-se analisá-los, identificando que o maior problema apresentado foram os tempos de *setup* das máquinas, que levavam horas, principalmente no setor de envase. Com isso decidiu-se pela aplicação do SMED neste setor, que foi conduzida nas seguintes etapas:

1. Identificação do processo e coleta de dados: Identificou-se as máquinas e os processos com tempos de *setup* significativos. A partir de gravações de vídeos e cronometragem, realizou-se uma análise dos procedimentos de troca e limpeza de ferramentas para entender os pontos críticos e ineficiências. Em sequência, os tempos das atividades foram aferidos.
2. Separação de Atividades: As etapas de *setup* foram categorizadas em atividades internas e externas. Uma análise por vídeos gravados demonstrou atividades internas que podem ser convertidas em externas para minimizar interrupções na produção.
3. Eliminação de atividades não essenciais: Através de testes práticos dos processos junto aos operadores e ideias vindas de uma visão externa da empresa, desenvolveu-se as melhorias para o *setup*.
4. Padronização: Através de Pops (procedimentos operacionais padrões) foi padronizado o melhor método que ensina a montar, limpar e desmontar a máquina na melhor sequência analisada. Ainda mais, um desenho foi realizado para representar aos operadores como realizar suas funções, detalhando o tempo que cada um deve levar em cada etapa, o que facilita o entendimento dado que enquanto a máquina está em operação imagens pode ser mais útil do que textos.
5. Treinamentos e melhoria contínua: Depois de realizado o processo de padronização, a equipe realizou treinamentos com os operários da máquina estudada, acompanhando todos os processos, tirando todas as possíveis dúvidas, e deixando claro que qualquer sugestão de melhoria seria útil.

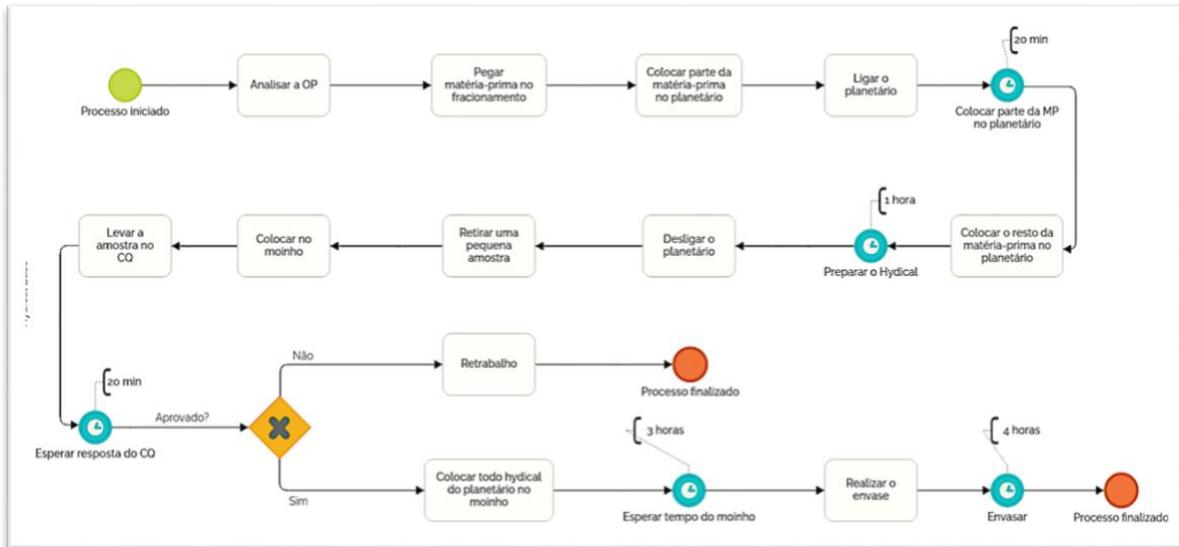
Após realização das etapas, novos dados de envase foram coletados, por intermédio do mesmo método (filmagem e cronometragem), para comparação dos tempos antes e depois da aplicação do SMED. Por fim, apresentou-se as melhorias encontradas aos tomadores de decisões da empresa, tanto em ganho de tempo quanto em representação monetária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em uma empresa sediada em Maringá, no estado do Paraná, que atua no setor de produtos odontológicos. Ela é reconhecida por fabricar e comercializar uma ampla gama de produtos, incluindo resinas compostas, adesivos, cimentos, entre outros materiais utilizados por profissionais da área. Entretanto, para esses produtos serem comercializados, eles devem passar pelo processo de envase que é a etapa que consiste em transferir o produto para uma embalagem final. Devido a isso, a empresa tem o objetivo de diminuir o tempo de *setup* da máquina utilizada nesse processo, pois há muita variedade de produtos que são envasados na mesma máquina, tendo como consequência muitas paradas.

Inicialmente, para entender melhor a organização, realizou-se o mapeamento de todos os processos da empresa. Pode-se entender o caminho que os produtos seguem até o fim da sua linha de produção e por quais maquinários e setores eles passavam. Os colaboradores da empresa também foram entrevistados e ajudaram a entender os processos detalhadamente. Com isso, foram construídos fluxogramas para obter uma melhor visão das informações coletadas (Figura 2).

Figura 2. Exemplo de fluxograma de produção do “Hydical base” do início ao fim



Fonte: Autores (2024).

A Figura 2 representa por meio de figuras o fluxo que o produto segue até chegar ao processo de envase, o círculo verde representa o início do processo, os retângulos brancos representam os processos, os círculos azuis são tempos de alguns processos, o losango amarelo representa bifurcações, isto é, caminhos que o processo pode seguir dependendo da situação, e por fim, os círculos vermelhos representar o fim do processo.

Após o entendimento macro da produção, foi realizada duas etapas para encontrar pontos negativos no processo produtivo da empresa. A primeira etapa consistiu em uma reunião com líderes de cada setor (fracionamento, mistura, sala amarela, hemospon, laboratório, envase, embalagem secundária, PCP e controle da qualidade), para o entendimento dos problemas dos setores e seus possíveis pontos de melhoria.

Com esses pontos listados, utilizou-se a matriz GUT da sigla Gravidade, Urgência e Tendência (Figura 3), em que os líderes atribuíram nota de 0 a 5 – sendo mais próximo de 5, mais crítico o problema – conforme a gravidade, urgência de resolução e tendência de acontecimento dos problemas. A multiplicação dessas notas, demonstra o problema com maior prioridade de resolução.

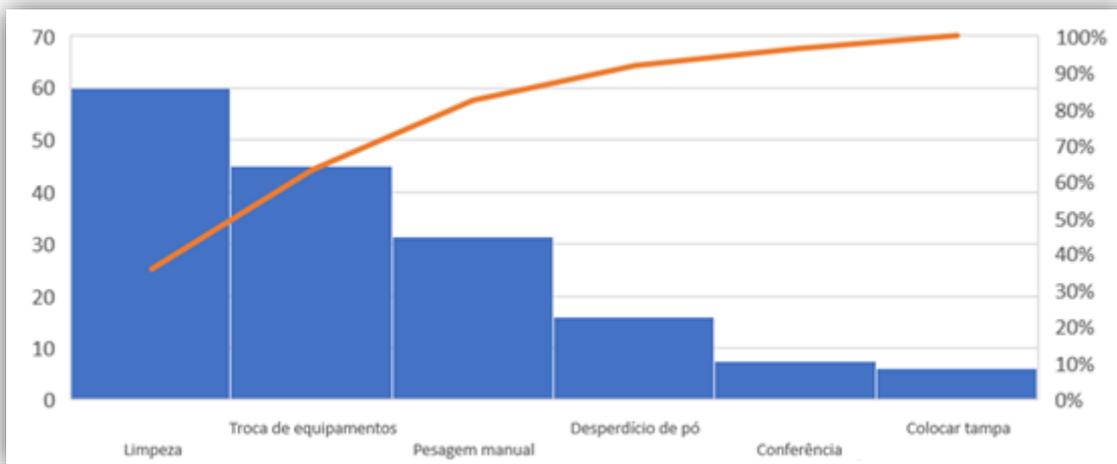
Figura 3. Exemplo de matriz GUT do setor de envase com as dores e suas respectivas notas

GUT - ENVASE				
DORES	G	U	T	GUT
Limpeza de equipamentos	3	4	5	60
Troca de equipamentos	3	3	5	45
Pesagem manual	3	3	3,5	31,5
Desperdício de pó na pesagem manual	2	2	4	16
Conferência da pesagem do pó manual	1,5	1	5	7,5
Colocar tampa manualmente	1,5	1	4	6

Fonte: Autores (2024).

Para auxiliar na visualização dos dados da matriz GUT, gráficos de Pareto (Figura 4) foram desenvolvidos para entender as “dores” segundo a visão da liderança.

Figura 4. Gráfico de pareto com as dores levantadas pela Matriz GUT



Fonte: Autores (2024).

Com essas informações, é possível observar que a “Limpeza de equipamentos” possui a maior prioridade, seguida da “Troca de equipamentos”. Ambos os problemas são relacionados ao *setup* e, conforme o gráfico de Pareto, apresentam mais de 50% do total das notas de prioridade para os problemas apresentado. Para a segunda etapa, analisou-se a base de dados que a disponibilizada pela empresa. Ela apresenta o histórico de paradas das linhas de produção dos setores (Figura 5).

Figura 5. Base de dados do histórico de paradas da produção para cada setor e operação, e seus respectivos tempos de início e fim da parada

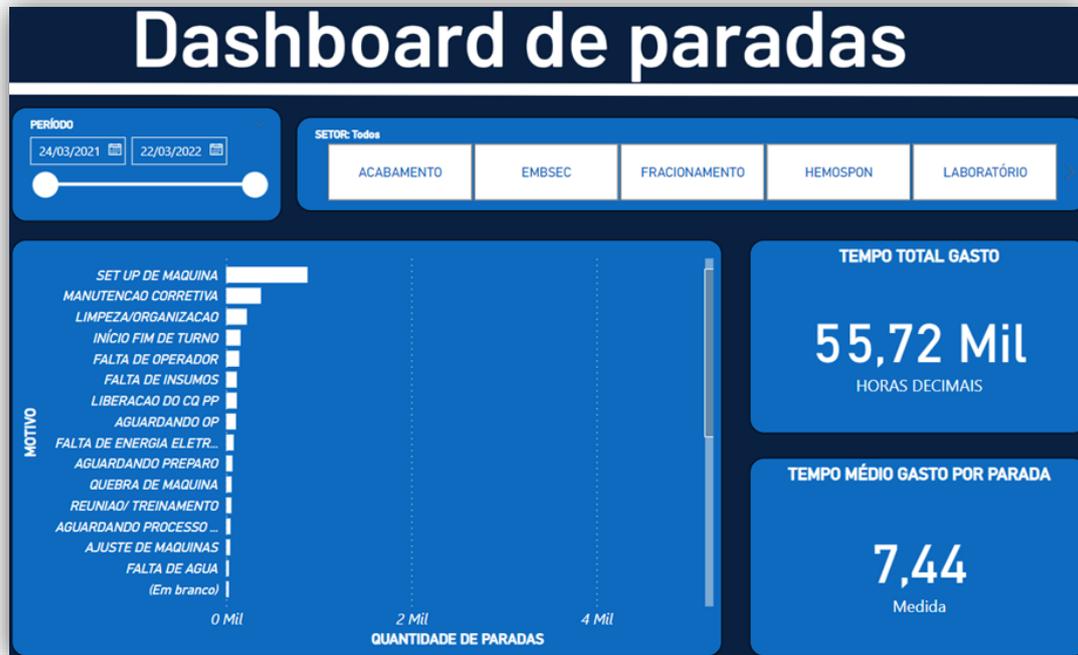
DIA	SETOR	OPERAÇÃO	HORA INÍCIO	HORA FIM	MOTIVO	HPARADA	HPARADAMIN
22/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	06:30:00	INÍCIO FIM DE TURNO	00:30:00	30
21/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	09:10:00	AGUARDANDO PREPARO	03:10:00	190
21/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	13:50:00	14:20:00	INÍCIO FIM DE TURNO	00:30:00	30
21/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	06:30:00	SET UP DE MAQUINA	00:30:00	30
21/03/2022	LABORATÓRIO	MISTURA	10:05:00	14:20:00	INÍCIO FIM DE TURNO	04:15:00	255
21/03/2022	LABORATÓRIO	MISTURA	07:57:00	09:30:00	LIBERACAO DO CQ PP	01:33:00	93
21/03/2022	LABORATÓRIO	MISTURA	06:00:00	07:00:00	SET UP DE MAQUINA	01:00:00	60
19/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	07:50:00	AGUARDANDO PROCESSO ANTERIOR	01:50:00	110
19/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	05:40:00	17:45:00	FALTA DE PROGRAMACAO	12:05:00	725
18/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	07:00:00	08:15:00	LIBERACAO DO CQ PP	01:15:00	75
18/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	07:50:00	22:00:00	FALTA DE PROGRAMACAO	14:10:00	850
18/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	13:30:00	14:00:00	REUNIAO/ TREINAMENTO	00:30:00	30
18/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	07:00:00	SET UP DE MAQUINA	01:00:00	60
18/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	07:00:00	SET UP DE MAQUINA	01:00:00	60
17/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	06:30:00	INÍCIO FIM DE TURNO	00:30:00	30
17/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	06:00:00	22:00:00	FALTA DE PROGRAMACAO	16:00:00	960
17/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	14:00:00	15:25:00	SET UP DE MAQUINA	01:25:00	85
16/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	06:00:00	17:50:00	FALTA DE PROGRAMACAO	11:50:00	710
16/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	06:00:00	07:00:00	SET UP DE MAQUINA	01:00:00	60
15/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	10:00:00	10:45:00	LIBERACAO DO CQ PP	00:45:00	45
15/03/2022	SALA AMARELA	ENVASE	14:00:00	22:00:00	FALTA DE PROGRAMACAO	08:00:00	480
15/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	11:00:00	14:25:00	MANUTENCAO CORRETIVA	03:25:00	205
15/03/2022	LABORATÓRIO	ENVASE	15:25:00	16:00:00	SET UP DE MAQUINA	00:35:00	35
15/03/2022	LABORATÓRIO	PREPARO	08:00:00	12:00:00	FALTA DE OPERADOR	04:00:00	240
15/03/2022	LABORATÓRIO	PREPARO	08:00:00	12:00:00	FALTA DE OPERADOR	04:00:00	240

Fonte: Autores (2024).

As principais informações coletadas de data, setor, operação, horário inicial e final da parada, possibilitaram o entendimento do maior motivo para as paradas de máquinas e em qual operação ele mais se fez presente. Devido ao grande volume de dados, utilizou-se Power Bi para criação de um *dashboard* (Figura 6) com o intuito de facilitar a visualização e trazer informações úteis para a tomada de decisão da equipe. Um gráfico pode ser construído para

demonstrar a relação do tempo parado e seu motivo, em ordem decrescente do motivo que mais aparece para o que menos aparece. Além disso, dois cartões de informações com o tempo total gasto em horas e o tempo médio gasto por cada parada, foram criados para trazer informações mais detalhadas dos valores.

Figura 6. *Dashboard* de paradas com informações sobre o tempo parado e os motivos para melhor visualização



Fonte: Autores (2024).

A Figura 6 demonstra que no período de um ano da empresa o tempo médio de cada parada de produção causou um gasto de 7,44 horas, quase que o período inteiro de um turno de 8 horas, o que é considerado uma perda significativa para os gerentes da empresa.

Com essas duas etapas, concluiu-se que o que dificultava a evolução da empresa era o tempo parado de produção para realizar o *setup* das máquinas. Ele apresentou os dois pontos com maiores notas da matriz GUT – “limpeza de equipamentos” e “troca de equipamentos” – e o maior motivo de paradas – “*setup* de máquina” – em todos os setores.

A partir disso, a equipe decidiu aplicar a metodologia SMED no setor de envase da empresa, iniciando no maquinário chamado “*Steel Horse*”, que efetua o envase dos produtos “*Hydcal Base*” e “*Hydcal Catalisador*”. A aplicação da metodologia iniciou-se neste setor e com esses produtos devido gerarem maior receita para a empresa.

Aplicação do SMED na *Steel Horse*

A primeira etapa do processo para realizar o SMED foi entender como o *setup* era feito na empresa, para depois tomar medidas necessárias para possível redução de tempo. Devido a isso, a equipe observou e coletou dados para o entendimento do fluxo de atividades da montagem, desmontagem e da limpeza da máquina. Para isso foram filmadas, cronometradas e mapeadas todas as atividades realizadas pelo único colaborador que executava essas funções. Assim, foi possível montar as Tabelas 1, 2 e 3, com todas as atividades que o *setup* exigia, e quanto tempo levava cada uma delas.

Tabela 1. Mapeamento da desmontagem da máquina e classificação das atividades como internas ou externas

Mapeamento de Desmontagem da Máquina		
Atividade	Tempo (Min)	Classificação
Retirar funil	02:35:00	interno
Retirar mangueira	00:29:00	interno
Retirar corpo do bico e bico de envase	00:41:00	interno
Retirar ponteira de envase (corta-pingos)	00:12:00	interno
Retirar parafusos	03:51:00	interno
Retirar cilindro para eixo vazado	00:04:00	interno
Retirar parafusos válvula de envase	00:55:00	interno
Soltar pistão dosador	02:00:00	interno
Retirar válvula direcionadora de envase	00:08:00	interno
Retirar pistão dosador	00:04:00	interno
Total	10:59:00	

Fonte: Autores (2024).

Tabela 2. Mapeamento da limpeza da máquina e classificação das atividades como internas ou externas

Mapeamento de Limpeza da Máquina		
Atividade	Tempo (Min)	Classificação
Limpar funil	07:33:00	Interno
Limpar mangueira	03:00:00	Externo *
Limpar cilindro para eixo vazado	04:37:00	Interno
Limpar borracha de vedação do cilindro para eixo vazado	03:26:00	Interno
Limpar borracha de vedação da base do funil	00:29:00	Interno
Limpar pistão dosador (parte inferior)	04:27:00	Interno
Limpar pistão dosador (parte superior)	02:59:00	Interno
Limpar bico	14:01:00	Interno
Limpar borracha de vedação do bico	01:48:00	Interno
Limpar êmbolo da válvula direcionadora de envase	07:39:00	Externo *
Limpar válvula direcionadora de envase	08:18:00	Externo *
Limpar máquina	46:15:00	Interno
Limpar copos	23:15:00	Interno
Total	127:47:00	

Fonte: Autores (2024).

Tabela 3. Mapeamento da limpeza da máquina e classificação das atividades como internas ou externas

Mapeamento de Montagem da Máquina		
Atividade	Tempo (Min)	Classificação
Encaixar partes do pistão dosador	01:20:00	Interno
Colocar na máquina válvula direcionadora de envase com o êmbolo	02:29:00	Interno
Colocar borracha de vedação na parte inferior do funil	00:05:00	Interno
Colocar o funil	02:35:00	Interno
Colocar cilindro para eixo vazado com parafusos	03:45:00	Interno
Colocar ponteira de envase (corta-pingos)	01:15:00	Interno
Colocar corpo do bico	02:20:00	Interno
Abrir o copo	00:25:00	Interno
Rosquear o bico de envase	01:00:00	Interno
Fechar o copo	00:10:00	Interno
Colocar borracha de vedação entre a mangueira e corpo do bico	00:08:00	Interno
Colocar mangueira	00:03:00	Interno
Total	15:35:00	

Fonte: Autores (2024).

A Tabela 1 informa todos os processos necessários para desmontar a máquina para realizar *setup*, bem como o tempo que cada atividade para essa desmontagem. Ainda, informa a classificação das atividades como internas ou externas, ou seja, se as atividades precisam ser realizadas, respectivamente, com a máquina parada ou com a máquina em funcionamento. A Tabela 2 noticia todas as atividades precisas para limpar a máquina no tempo do *setup*, tempo para realizar cada atividade, bem como classificação das atividades (internas e externas). Já a

Tabela 3 exibe as atividades necessárias para remontar a máquina após limpeza, para enfim finalizar o *setup*, bem como o tempo que cada uma leva para ser realizada. Por fim, traz classificação das atividades (internas e externas).

Assim, a compreensão detalhada do desenvolvimento do processo foi obtida através da coleta e separação dos dados por meio das etapas de desmontagem, limpeza e montagem. Utilizando a medição do tempo para cada etapa, foi viável identificar aquelas que demandam mais tempo, priorizando-as para análise e implementação de melhorias. A estruturação em tabelas permitiu, adicionalmente, a classificação de cada etapa como interna ou externa.

Com os dados coletados chegou-se no tempo total gasto em todos os processos do *setup* sendo de 2 horas 23 minutos e 1 segundo. Já o *setup* completo para começar a produzir, incluindo as horas ociosas dos operadores, os erros, as dúvidas e o retrabalho ocupam um tempo de 7 horas e 24 minutos, que representa três vezes mais do que deveria.

A equipe pode, então, analisar os Quadros e classificar as atividades internas que podem ser transformadas em externas, ou seja, foram identificados os processos que apesar de acontecerem com a máquina parada tem condições de serem realizados enquanto ela estiver em operação. Essas etapas ou atividades estão identificadas na Tabela 2 pelo símbolo * e pela cor azul da célula, na coluna de classificação.

Três processos externos foram identificados como não essenciais: “Limpar mangueira”, “Limpar êmbolo da válvula direcionadora de envase” e “Limpar válvula direcionadora de envase”. Para que o *setup* seja mais ágil e eficaz é necessário reduzir ou eliminar essas atividades, para isso, a equipe levantou melhorias a partir de um olhar externo da empresa, com ideais divergentes das já obtidas.

Em relação à limpeza das peças, considerou-se adquirir escovas de aço para facilitar a higienização, já que originalmente eram feitas com panos, o que demanda muito tempo e desgastava o físico do operador. Ainda nesse ponto, outra solução é antecipar a limpeza dos materiais a serem utilizados, pois a perda de tempo acontecia sem necessidade, já que haviam mais de um equipamento que realizava a mesma tarefa.

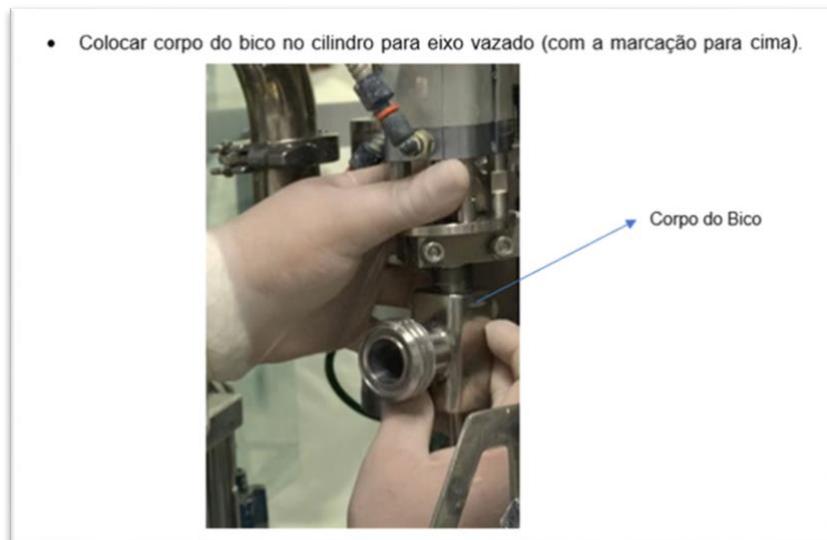
Identificou-se que o maior problema do *setup*, era a ordem de acontecimento dos processos, já que não havia uma sequência padronizada. Como era realizado por apenas um funcionário, na ausência de algum equipamento ou ferramenta para a montagem ou desmontagem da máquina, o operador saía do seu posto de trabalho em busca do material necessário.

Uma melhoria proposta é a participação de, no mínimo, dois operadores, enquanto um monta ou desmonta a máquina, o outro limpa as peças, sendo essas atividades executadas em paralelo. Uma mesa para as ferramentas e equipamentos extras também pode ser instalada próximo ao posto de trabalho, sendo de responsabilidade dos operadores. Por fim, a lógica de limpar as peças a serem colocadas, desmontar e montar a máquina, deve ser seguida.

Padronizar é crucial na criação de critérios comuns e procedimentos uniformes, pois seu objetivo principal é assegurar consistência, qualidade e eficiência operacional, facilitando e simplificando o treinamento. Além disso, a padronização promove a segurança e conformidade regulatória contribuindo para a melhoria contínua, rastreabilidade e compreensão facilitada, o que pode estimular inovação. Devido a isso, Procedimentos

Operacionais Padrão (POP) foram desenvolvidos para os operadores, atuando como um manual de limpeza, desmontagem e montagem da máquina. Isso é útil tanto para os atuais, quanto para os futuros colaboradores que irão manusear a *Steel Horse*. Exemplos e observações contidas no POP estão nas Figuras 8 e 9.

Figura 8. Processo de montagem do POP



Fonte: Autores (2024).

Figura 9. Processo de desmontagem e limpeza do POP



Fonte: Autores (2024).

A Figura 8 demonstra o processo de montagem da máquina, ilustrando como se deve colocar o “corpo do bico” e em qual posição ele deve estar virado. Já a Figura 9 demonstra o processo de desmontagem da máquina, ilustrando como se deve retirar o “funil” e como ele deve ser segurado enquanto estiver sendo retirado. Além disso, demonstra o processo de limpeza da máquina, ilustrando como se deve limpar o “funil” e como ele deve ser segurado enquanto estiver sendo limpo.

Também foi desenvolvido a gestão visual para facilitar uma melhor visualização dos processos a serem seguidos, dado que durante o *setup* é difícil que os operadores parem para leitura completa do POP. Com isso o intuito é ganhar tempo quando surgir dúvidas de qual processo realizar por parte dos colaboradores (Figura 10).

Figura 10. Parte da gestão visual do *setup* da máquina Steel Horse

Fonte: Autores (2024).

A Gestão a Vista tem como objetivo guiar os passos de cada operador de uma forma mais simples, e ilustra as atividades que cada operador deve realizar, por exemplo, enquanto o “Operador 1” está realizando a atividade de “Limpar Pistão dosador” o “Operador 2” estará realizando as atividades “Retirar funil, Retirar mangueira, Retirar Corpo do Bico de Envase, Retirar Ponteira de Envase, Retirar Parafusos, Retirar Cilindro para Eixo Vazado e Retirar parafusos de Válvula”.

Após a construção dos POPs, a equipe realizou o *setup* junto aos operadores explicando e utilizando o material desenvolvido. Demonstrou-se sua importância e o quanto o material poderia ajudá-los, pois temia-se que os documentos fossem negligenciados e o trabalho da equipe de melhoria fosse perdido.

Após colocar em prática todo o trabalho, foi cronometrado novamente o processo de *setup*, entretanto, agora com dois funcionários trabalhando simultaneamente, seguindo os POPs e a gestão visual construída pela equipe e com os equipamentos que necessitam próximos a máquina (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado das melhorias

Nome	Tempo (horas)	Produção (nº de peças que deixavam de ser produzidas)	Valor (perda durante a parada)
Tempo total do <i>setup</i> antes	07:24	1.483	R\$ 63.316,39
Tempo total do <i>setup</i> pós melhorias	03:55	783	R\$ 33.440,50

Fonte: Autores (2024).

Conforme indicado na Tabela 4, os resultados em termos de tempo revelaram uma economia significativa de 3 horas e 29 minutos. Em relação à produção, a equipe obteve essa informação diretamente com o gerente de produção, que dispunha dos dados relativos da produção em relação ao tempo. E Observou-se um aumento na produção de 700 unidades, as quais deixavam de ser produzidas anteriormente devido às prolongadas atividades de *setup*.

O último indicador, referente ao valor, desempenhou um papel crucial ao demonstrar à empresa as perdas financeiras antes da implementação do SMED. Para calcular esse impacto,

a equipe consultou o gerente de produção para obter o preço unitário do produto *Hydical Catalisador*, usando-o como exemplo. Multiplicando esse preço pela quantidade de produção, chegaram à conclusão de que o “tempo total do *setup*” equivalia a R\$ 63.316,39, representando a receita perdida devido à inatividade durante o *setup*.

Após a implementação das melhorias propostas pelo SMED, o “tempo total do *setup* pós melhorias” registrou um valor de R\$ 33.440,50, indicando uma diferença substancial de R\$ 29.875,89. Isso significa que, após a aplicação do SMED, a empresa conseguiu evitar uma perda financeira de R\$ 29.875,89 por cada *setup* realizado. Esses resultados demonstram claramente o impacto positivo das mudanças implementadas pelo SMED na eficiência e rentabilidade da produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desdobramento deste estudo, dedicado à aplicação da Metodologia SMED para otimização das trocas rápidas de ferramentas no setor de envase de produtos odontológicos, emergiram contribuições significativas para o entendimento e aprimoramento das práticas operacionais nesse ambiente específico. O objetivo central de investigar e analisar a eficácia da Metodologia SMED se concretizou por meio de um estudo de caso detalhado, permitindo uma imersão profunda nos princípios, técnicas e desafios associados a essa abordagem.

Ao longo deste trabalho, foi evidenciada a importância estratégica da otimização do tempo de troca de ferramentas, um fator determinante para a eficiência global nos processos industriais. A análise revelou não apenas os desafios na implementação da metodologia SMED, mas também as vantagens tangíveis que podem ser alcançadas ao integrar essa abordagem específica no contexto do setor de envase de produtos odontológicos.

Os resultados obtidos refletem não apenas uma compreensão aprofundada dos benefícios potenciais da metodologia SMED, mas também a aplicação prática desses conceitos no ambiente industrial em questão. As melhorias observadas na eficiência e produtividade sinalizam não apenas para a eficácia da metodologia SMED, mas também para sua adaptabilidade e relevância para os desafios específicos enfrentados no setor de envase de produtos odontológicos.

A conclusão deste estudo ressalta a importância da contínua busca por práticas e metodologias inovadoras, como a metodologia SMED, para enfrentar os desafios operacionais e promover avanços significativos. Ao proporcionar *insights* valiosos e resultados concretos, este trabalho contribui não apenas para a literatura acadêmica, mas também para a prática industrial, oferecendo um conjunto robusto de recomendações e aprendizados para aqueles envolvidos na gestão e otimização de processos na indústria de produtos odontológicos.

REFERÊNCIAS

- Consulenza, E. (1999). Manual de Redução de Setup, São Paulo, *Efeso*.
- Freitas, R. R., Zatta, F. N., Mattos, A. L., Chévez Pozo, O. V., & Gonçalves, W. (2017). Análise de fatores críticos de sucesso para implantação da total productive maintenance (TPM) em organizações industriais. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 3(1), 35-47. Recuperado de https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v3n1_04
- Hirano, H. (1998). 5S for operators: 5 pillars of the visual workplace. *Productivity Press*.
- Liker, J. K. (2004T). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Leote, M. M. & Pacheco, D. A. J. (2014). Como a Troca Rápida de Ferramentas contribui para a produtividade de Células de Manufatura? *Espacios*, 35(6), 8. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a14v35n06/14350608.html>
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: *Bookman*.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. *Productivity Press*.
- Womack, J. P., et al. (2019). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. *Simon and Schuster*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *A Máquina que Mudou o Mundo: Os Princípios do Sistema Toyota de Produção*. Rio de Janeiro: *Campus*.