

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PADRE CARLOS LEÔNCIO DA SILVA
TÉCNICO EM QUALIDADE

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DO
TEMPO DE SETUP EM MÁQUINAS DE CORTE E SOLDA**

Amanda Boscolo¹
Angelita de Oliveira Barbosa²
Anny dos Reis Rufino Hipólito³
Daiana dos Santos Freitas⁴
Lais Alcino Mota⁵

Prof(a) Dr(a): Sara Aparecida Machado⁶

Resumo: Este trabalho analisa a aplicação da metodologia SMED (Single-Minute Exchange of Die) em uma empresa do setor de transformação plástica, com o objetivo de reduzir o tempo de setup, aumentar a disponibilidade das máquinas e elevar o índice de eficiência global (OEE). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter descritivo e aplicado, desenvolvida por meio de observação direta e análise documental do processo produtivo. Os resultados práticos apontam que a aplicação estruturada do SMED reduziu em até 57% o tempo de troca de ferramentas, aumentando a flexibilidade operacional, a produtividade e promovendo a melhoria contínua, em alinhamento com os princípios do Lean Manufacturing.

Palavras-chave: SMED. Setup. Indústria Plástica. Melhoria Contínua.

¹Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônico da Silva. amandinhaboscollo@gmail.com

²Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônico da Silva. angelitaoliveira175810@gmail.com

³Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônico da Silva. annydosreisrufino@gmail.com

⁴Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônico da Silva. daiana.santos198427@gmail.com

⁵Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônico da Silva. alcinolais@gmail.com

⁶ Eng. Industrial Química. Professora da Etec Padre Carlos Leônico da Silva. sara.machado11@etec.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

A busca por eficiência operacional e competitividade tem impulsionado a adoção de metodologias capazes de minimizar desperdícios e otimizar a utilização de recursos produtivos nas indústrias. Nesse contexto, destaca-se o SMED (Single-Minute Exchange of Die), desenvolvido por Shigeo Shingo, que visa reduzir significativamente o tempo de setup, definido como o intervalo necessário para preparar e ajustar máquinas antes da produção de diferentes lotes ou produtos (Shingo, 2019). A diminuição desse tempo permite maior flexibilidade produtiva, redução de estoques e melhoria na capacidade de resposta às demandas do mercado (Silva et al., 2022).

Na indústria de corte e solda, em que equipamentos frequentemente passam por paradas para ajustes e trocas de ferramentas, a aplicação do SMED se mostra essencial, pois possibilita a identificação e eliminação de etapas desnecessárias, a padronização de atividades, resultando em aumento da disponibilidade das máquinas e maior agilidade na produção (Oliveira & Souza, 2021). Estudos indicam que a adoção do SMED pode reduzir o tempo de setup em até 70%, elevando indicadores de eficiência global do equipamento (OEE) e promovendo ganhos significativos em produtividade e competitividade industrial (Costa et al., 2023).

Este trabalho apresenta um estudo de caso no qual a metodologia SMED foi aplicada a uma máquina de transformação plástica. O objetivo é explorar como as melhorias propostas pela metodologia SMED podem gerar ganhos na eficiência operacional e contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre a gestão de processos de setup no ambiente industrial. Os objetivos específicos incluem mapear as etapas atuais do processo de setup, identificar e classificar as atividades internas e externas, propor melhorias relacionadas ao layout e à padronização, e comparar os tempos de setup antes e após a aplicação das melhorias.

A pesquisa é classificada como estudo de caso de caráter descritivo e adota uma abordagem qualitativa. Os resultados obtidos indicam que a aplicação estruturada do SMED contribuiu significativamente para a melhoria do desempenho produtivo na gestão dos processos de setup. Dessa forma, este trabalho se propõe a aprofundar o conhecimento sobre a aplicação do SMED em ambientes industriais, evidenciando seus benefícios potenciais para a gestão da produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Single Minute Exchange of Die (SMED)

A metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), desenvolvida por Shigeo Shingo, tem como principal objetivo reduzir drasticamente o tempo necessário para a troca ou ajuste de máquinas em processos produtivos, buscando que esse tempo seja inferior a 10 minutos (um dígito, ou “single minute”). Essa redução é essencial para aumentar a flexibilidade da produção, possibilitando a fabricação de lotes menores, diminuindo estoques e aumentando a produtividade.

A fase inicial da aplicação da metodologia SMED consiste na observação e documentação completa do processo de troca de produção. Nesse momento, registram-se o tempo total de parada da máquina, a sequência de tarefas executadas, os recursos utilizados e os operadores envolvidos. A coleta de dados deve ser minuciosa, preferencialmente realizada por meio de crono análise, a fim de garantir precisão nas informações coletadas (Freitas et al., 2025).

Em seguida, procede-se à classificação das atividades internas e externas. As atividades internas são aquelas que só podem ser executadas com a máquina parada, como, por exemplo, a fixação da matriz de corte e o ajuste do sistema de selagem. Já as atividades externas podem ser realizadas paralelamente ao funcionamento da máquina, como buscar a nova bobina de filme ou preparar as ferramentas necessárias para o setup. Essa etapa é considerada o núcleo da metodologia SMED, cujo objetivo principal é converter o maior número possível de atividades internas em externas, de modo a reduzir significativamente o tempo de parada. Entre os exemplos práticos dessa conversão, destacam-se a pré-montagem de bobinas em suportes auxiliares e a preparação prévia de ferramentas e componentes, antes da parada efetiva da máquina (Shilpa, 2023).

Por fim, todas as atividades restantes, sejam internas ou externas, são simplificadas e otimizadas. Essa otimização pode envolver a padronização de procedimentos, a utilização de dispositivos de fixação rápida em substituição a parafusos convencionais, a eliminação de ajustes desnecessários, bem como a aplicação dos princípios da metodologia 5S, com foco na organização do posto de trabalho. O objetivo é reduzir deslocamentos, minimizar movimentos repetitivos e evitar a perda de tempo na busca por ferramentas ou materiais (SANGWA, 2023; EVANGELISTA et al., 2021).

2.2 Influência da mudança de layout na produtividade

Mudança de Layout: A realocação de layout industrial diz respeito à reorganização do espaço físico de máquinas, equipamentos e insumos com o objetivo de otimizar o fluxo produtivo. Um layout devidamente planejado minimiza deslocamentos desnecessários, reduzindo o tempo de transporte interno e o esforço físico dos operadores, acelerando o ciclo produtivo e aumentando a produtividade (Silva & Pereira, 2022; Oliveira & Costa, 2023). Além disso, contribui para a melhoria da ergonomia e da segurança do ambiente de trabalho, impactando diretamente na qualidade e produtividade (Martins & Alves, 2021).

No âmbito do SMED, a reorganização do layout é fundamental para desperdícios, facilitar a execução simultânea de atividades e reduzir o tempo de setup. O layout funcional se transforma, assim, em aspecto fundamental para práticas enxutas e de melhoria contínua, alavancando ganhos expressivos em produtividade e competitividade (Ferreira & Souza, 2023)

A reorganização do layout produtivo, com o reposicionamento estratégico de ferramentas, carrinhos de bobinas, suportes e demais dispositivos auxiliares nas proximidades da máquina, permite a eliminação desses deslocamentos desnecessários. Essa ação contribui diretamente para a redução do tempo de setup e para o aumento da eficiência operacional. Esse fator diz respeito à conversão de atividades internas em externas, princípio central da metodologia SMED. A adoção de um layout planejado possibilita que determinadas tarefas preparatórias sejam executadas de forma paralela à operação do equipamento. Exemplos dessas atividades incluem a pré-montagem de bobinas e a organização de ferramentas em bancadas próximas ao operador. Essa prática reduz o tempo em que a máquina permanece parada, permitindo uma preparação mais ágil e eficaz entre os ciclos produtivos.

Além disso, a melhoria do fluxo do processo é outro benefício proporcionado pela reorganização espacial. A disposição adequada dos recursos permite que as etapas do setup sejam executadas em uma sequência lógica e contínua, minimizando retrabalhos, cruzamentos de fluxos e interrupções desnecessárias.

Por fim, ressalta-se a contribuição para a segurança e ergonomia dos operadores. Um layout eficiente diminui a necessidade de deslocamentos pesados e posturas inadequadas, favorecendo a execução de setups mais rápidos, seguros e confortáveis.

Dessa forma, a mudança de layout configura-se como um elemento essencial para o sucesso da aplicação do SMED, atuando diretamente na redução de tempos, custos e desperdícios, e promovendo ganhos significativos de produtividade e competitividade organizacional.

2.3 Setup

No ambiente fabril, o *setup* corresponde ao tempo necessário para preparar máquinas e equipamentos antes da produção, abrangendo ajustes, trocas e calibrações. Sua eficiência é essencial para garantir produtividade e reduzir custos operacionais. Segundo Moreira (2012), essa etapa envolve a preparação e o ajuste de ferramentas e matrizes, sendo um fator estratégico para o desempenho produtivo. Ahmad e Soberi (2018) destacam que a eficácia do *setup* influencia diretamente a competitividade e a capacidade de resposta da empresa.

Estudos recentes, como o da MDPI (2023), comprovam que a aplicação do método SMED e de práticas Lean pode reduzir em até 36% o tempo de *setup*, promovendo maior flexibilidade e eficiência nos processos industriais.

2.4 Paradas de Máquina

As paradas de máquina impactam diretamente a produtividade e a eficiência operacional, resultando em custos adicionais, atrasos nas entregas e tempos de ociosidade de colaboradores e equipamentos, o que fragiliza o fluxo produtivo. Diante da crescente demanda por alta produtividade e redução de custos, muitas indústrias adotam métodos eficazes para minimizar o tempo de parada. Entre essas abordagens, destacam-se práticas como o SMED (Single Minute Exchange of Die) e o uso de sistemas avançados de gestão e monitoramento da produção, que favorecem ganhos competitivos e melhoram a eficiência fabril. Conforme demonstram Górski et al. (2022), a aplicação do SMED em indústrias de plástico reduziu em mais de 60% o tempo de setup, aumentando significativamente a disponibilidade dos equipamentos e a produtividade operacional.

2.5 Diagrama de espaguete

O Diagrama de Espaguete é uma das ferramentas do Lean Manufacturing que auxilia na visualização e análise do fluxo real de pessoas, insumos e máquinas, e na identificação de movimentos que, por serem desnecessários, impactam na produtividade negativa, na eficiência operacional principalmente (Ohno, 1997; Rother & Shook, 2003).

Essa abordagem permite identificar e mapear os deslocamentos realizados durante os se-tup, auxiliando na detecção de desperdícios de movimentação e transporte. Tais análises favorecem melhorias no planejamento do fluxo e na disposição física das áreas nas fábricas, possibilitando a redução de perdas e o aumento da eficiência operacional.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada e descritiva, utilizando uma abordagem qualitativa para analisar a otimização de processos industriais. A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa do setor de transformação plástica localizada no Vale do Paraíba (SP).

3.1 Estrutura da Pesquisa e Coleta de Dados

A investigação foi estruturada em cinco etapas sequenciais, alinhadas à metodologia SMED (Single-Minute Exchange of Die):

- ✓ Mapeamento detalhado do processo de setup atual;
- ✓ Classificação das atividades em tarefas internas e externas;
- ✓ Conversão de tarefas internas em externas (quando viável);
- ✓ Implementação das melhorias propostas;
- ✓ Mensuração e comparação dos resultados.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta e cronoanálise, abrangendo a medição precisa do tempo de três trocas completas de ferramental na máquina de corte e solda. Para complementar, foi realizada a análise documental dos Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e relatórios de produção. Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas e visualmente representados por diagramas de espaguete, técnica essencial para a identificação de movimentos desnecessários e desperdícios no layout de trabalho. A aplicação estruturada dessas

etapas resultou em ganhos de produtividade e no aumento do Índice de Eficiência Global (OEE).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição do Processo e mapeamento SETUP

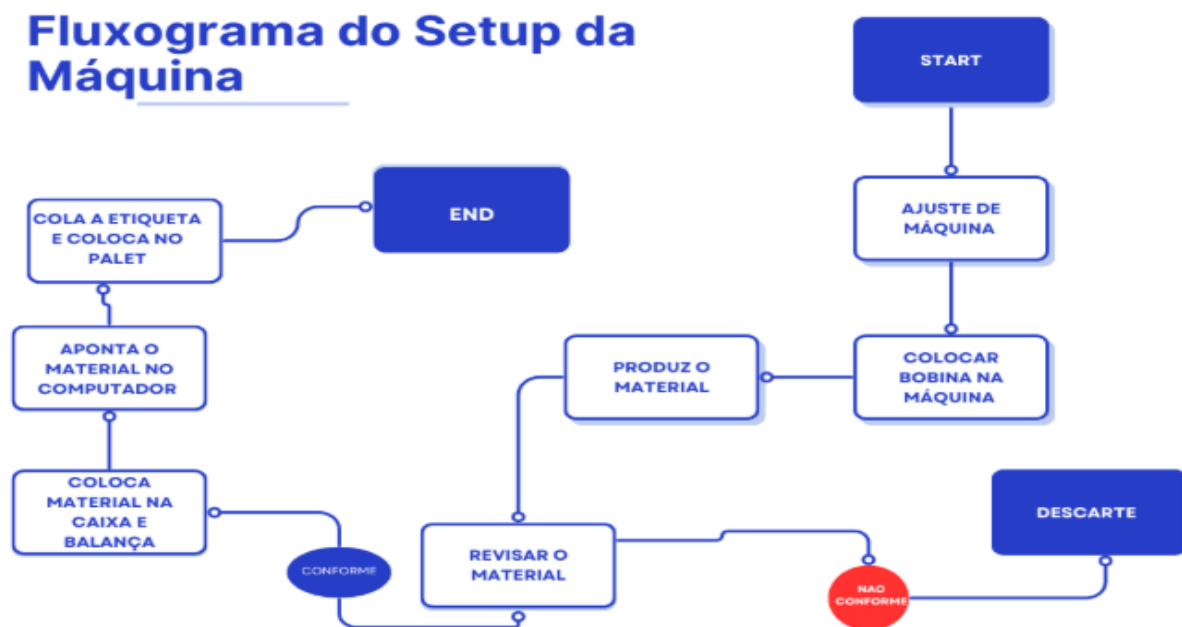
Os sacos de solda primária são embalagens plásticas utilizadas como primeira camada de contato direto com o produto em processos industriais, oferecendo proteção contra agentes externos como umidade, oxigênio e luz. Produzidos em bobinas de filme e fechados por calor e pressão em máquinas de corte e solda, garantem vedação adequada, resistência, praticidade e baixo custo, atendendo aos padrões de higiene e conservação exigidos pelos diversos setores produtivos.

No processo operacional, o operador da máquina de corte e solda deve seguir etapas padronizadas para assegurar eficiência e segurança. Inicialmente, realiza o recebimento das informações do turno anterior, registrando sua entrada no sistema e conferindo a ordem de produção com todos os detalhes técnicos. Em seguida, procede aos ajustes e calibrações necessárias na máquina, verificando também as condições de segurança dos dispositivos de proteção. Somente após essas verificações, inicia-se a produção, com monitoramento constante do desempenho e da qualidade. A comunicação contínua com a equipe e a supervisão é essencial para corrigir eventuais desvios e manter a fluidez do processo. Assim, o cumprimento rigoroso dos protocolos operacionais e de segurança garante a integridade dos trabalhadores, a qualidade do produto final e a confiabilidade dos resultados produtivos.

O estudo iniciou-se com o mapeamento do processo de setup, por meio da coleta de dados operacionais que permitiram identificar as atividades internas, realizadas com a máquina parada, e as externas, executadas com a máquina em funcionamento.

A Figura 1 representa o fluxograma do setup da máquina que se inicia com o ajuste do equipamento e a colocação da bobina, permitindo o início da produção. Após produzir o material, realiza-se a revisão e pesagem para verificar sua conformidade. Quando aprovado, o produto é colocado na caixa, registrado no computador, etiquetado e armazenado no pallet, concluindo o processo. Caso seja identificado como não conforme, o material é encaminhado ao descarte. Assim, o fluxograma organiza de forma clara e sequencial as etapas do setup, destacando atividades, pontos de inspeção e decisões essenciais no controle de qualidade.

Figura 1 – Fluxograma do Setup da Máquina



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

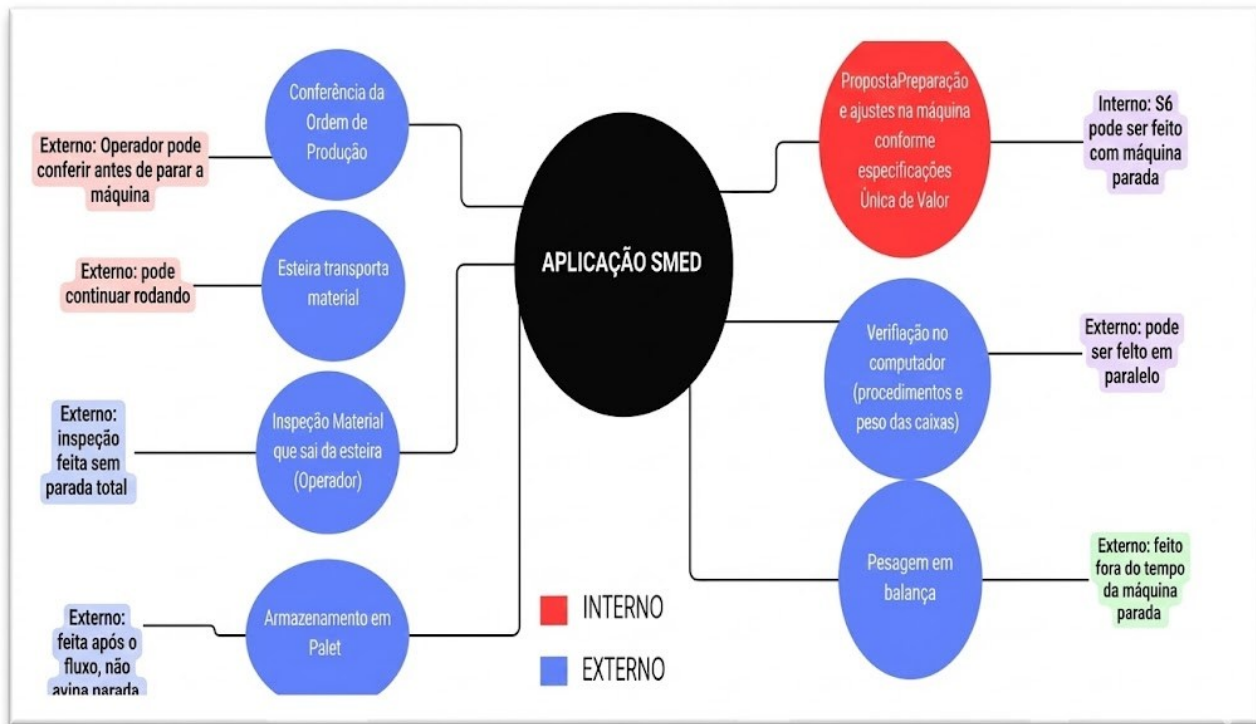
Essa análise evidenciou a necessidade de reorganizar o processo para aumentar a eficiência e reduzir o tempo de preparação

4.2 Classificação das atividades de setup segundo a metodologia SMED

O estudo classificou as atividades de setup em internas e externas. A Figura 2 apresenta a aplicação da metodologia SMED, destacando a separação entre atividades internas e externas no setup. As atividades internas, que exigem a parada da máquina, incluem etapas de preparação e verificação antes da troca. Já as atividades externas podem ser realizadas com a máquina em operação, como conferência, organização e pesagem de materiais. A distinção visual permite identificar quais tarefas podem ser convertidas de internas para externas, contribuindo para reduzir o tempo de setup e aumentar a eficiência produtiva.

As atividades externas, realizadas com a máquina em funcionamento, envolvem conferência de ordens, transporte e inspeção de materiais, enquanto as internas, executadas com a máquina parada, compreendem ajustes e trocas de bobinas. Na linha de produção de sacos de solda primária, o tempo médio inicial de setup era de 45 minutos, devido à execução sequencial das tarefas. Com a aplicação do método SMED, foram adotadas ações de conversão, simplificação e paralelismo, como preparação antecipada de bobinas, padronização de matrizes e execução simultânea de atividades. Essas melhorias reduziram o tempo de setup em aproximadamente 60%, passando para cerca de cinco minutos, aumentando a produtividade, a flexibilidade e a disponibilidade da máquina. A análise dos dados confirmou a eficácia do SMED como ferramenta de otimização de processos, conforme apontam também Bonamigo et al. (2025) e Celis-Gracia (2024), que destacam sua relevância para a Indústria 4.0 e a competitividade organizacional.

Figura 2 – Fluxo de atividades internas e externas na aplicação do SMED



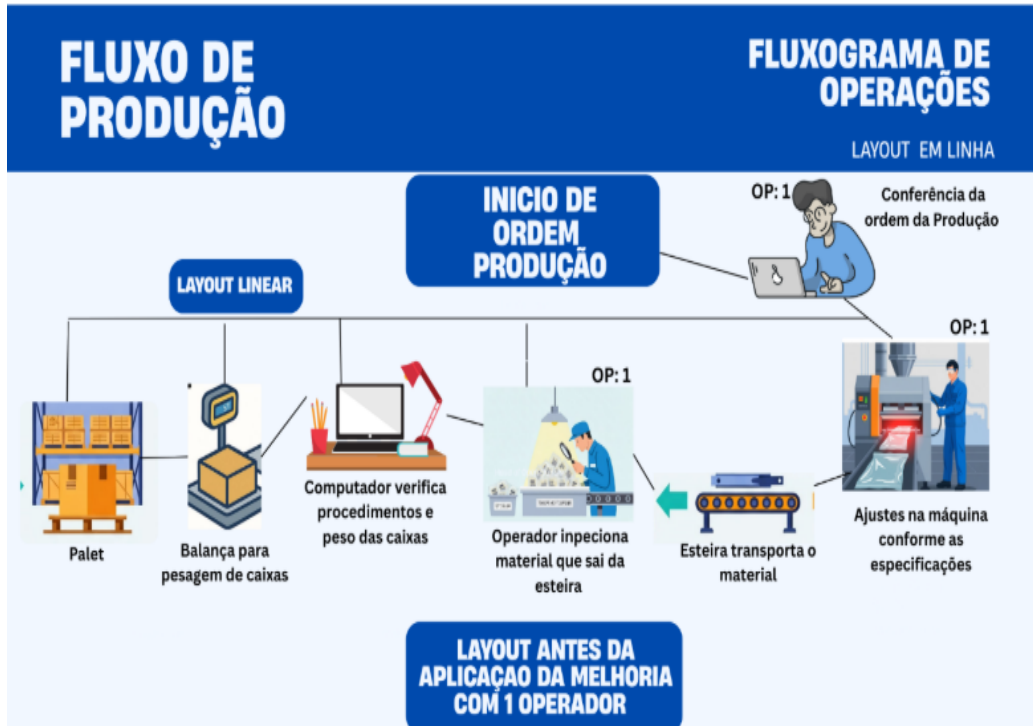
Fonte: Elaborada pela autora (2025)

4.3 Utilização da ferramenta SMED na mudança de layout

O mapeamento dos deslocamentos permitiu o redesenho do layout, posicionando máquinas, ferramentas e materiais de forma estratégica para reduzir distâncias percorridas, minimizar desperdícios e aumentar a eficiência operacional. O comparativo entre o layout anterior e o redesenhado demonstra como o reposicionamento contribuiu para um fluxo contínuo de produção, maior segurança e otimização dos recursos, resultando em ganhos significativos de produtividade e desempenho (Rother; Shook, 2003; Ohno, 1997).

Na Figura 3(a), é representado o layout anterior às melhorias, que apresentava longos trajetos e movimentação desnecessária. A organização das máquinas e materiais era feita sem lógica otimizada, resultando em movimento desnecessário e contribuindo para menor eficiência operacional. Por sua vez, na Figura 3(b), após as melhorias, o layout é representado, com o reposicionamento correto das máquinas e dos materiais. A nova estrutura reduziu significativamente os deslocamentos, resultando em um fluxo de trabalho mais rápido e eficiente. Como consequência, houve a otimização da movimentação interna, proporcionando maior produtividade e ajudando na redução dos custos operacionais.

Figura 3 – Fluxo de produção (a) antes da aplicação do SMED; (b) depois da aplicação do SMED



(a)



(b)

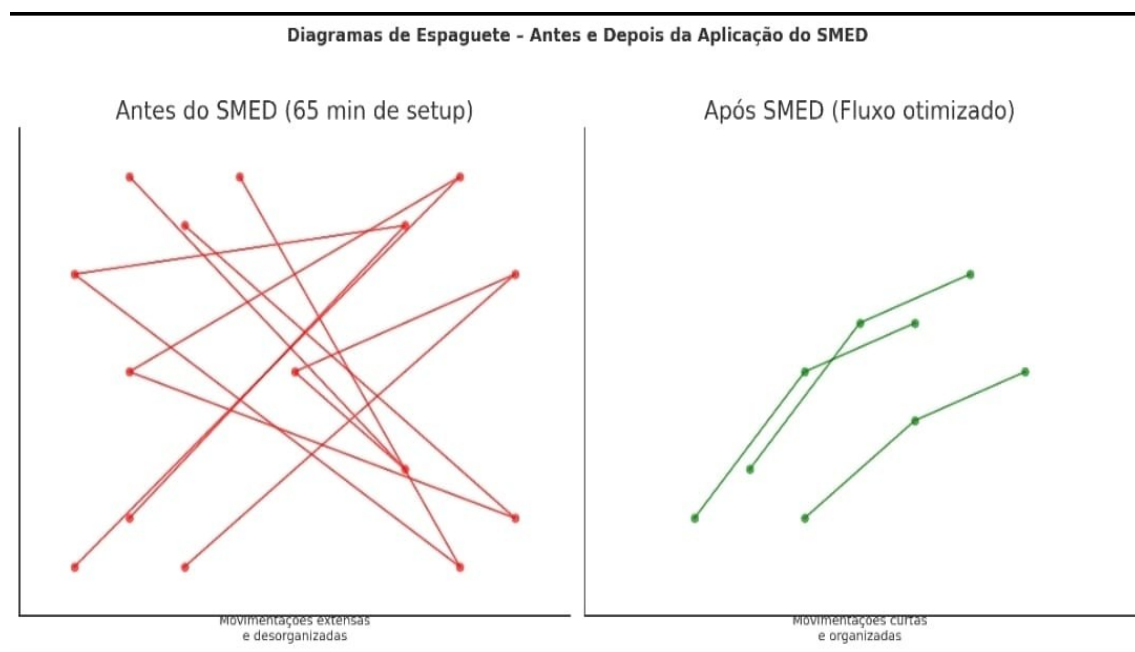
Fonte: Elaborada pela autora (2025)

4.4 Aplicação do Diagrama de Espaguete no Chão de Fábrica

Durante a análise prática no setor de produção, foi aplicado o diagrama de espaguete com o objetivo de observar e registrar os deslocamentos dos operadores no ambiente de trabalho. O acompanhamento foi realizado diretamente no chão de fábrica, permitindo visualizar os trajetos percorridos e identificar movimentos repetitivos e desnecessários. Com base nessas observações, foram propostas melhorias no layout e na disposição das ferramentas, visando otimizar o fluxo operacional. Após a implementação das mudanças, os resultados foram registrados na Figura 5, demonstrando uma expressiva redução nos deslocamentos e maior eficiência no processo produtivo.

A Figura 4 demonstra visualmente a aplicação da metodologia SMED, que otimiza processos de manufatura ou administrativos. O lado esquerdo, rotulado "Antes do SMED (65 min de setup)", exibe um diagrama de espaguete caótico com movimentações extensas e desorganizadas, resultando em um longo tempo de preparação. Em contraste, o lado direito, "Após SMED (Fluxo otimizado)", ilustra um processo aprimorado com linhas curtas e organizadas, representando a redução drástica do desperdício de movimento e do tempo de setup. A imagem serve como um comparativo claro entre um fluxo de trabalho ineficiente e um otimizado.

Figura 4: Comparativo dos movimentos dos operadores antes e depois da aplicação do diagrama de espaguete no processo.



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

4.5 Indicadores após aplicação do SMED

Após a classificação das atividades em interna e externa e as modificações do layout do processo, foi realizada uma nova cronometragem do tempo de setup, possibilitando a avaliação de indicadores como OEE (Overall Equipment Effectiveness), produtividade e tempos de operação. As melhorias realizadas incluíram a alteração do layout para facilitar os fluxos de trabalho, padronizar o setup para minimizar as variações, colocar os operadores auxiliares para acelerar as atividades e transferir partes do setup interno para externo, reduzindo o tempo de máquina parada. Estas ações foram fundamentais para aumentar a eficiência do processo. Como parte das melhorias, também foram implementados instruções de trabalho padronizadas, ferramentas visuais, kits organizados próximos às áreas de operação e checklists, visando eliminar desperdícios e aprimorar o fluxo produtivo. Na tabela 1 apresenta os resultados gerais da aplicação do SMED.

Antes do uso do SMED, o tempo médio de setup do processo era de 65 minutos, o que impactava negativamente a eficiência das operações. A disponibilidade do equipamento era de 70%, ao passo que a performance atingia 88%. A qualidade dos produtos, por sua vez, mantinha-se em 89%. Em decorrência geral destes indicadores, o OEE estimado era de apenas 55% e mostrava a necessidade de melhorias no processo. Entre os principais problemas observados, os operadores estavam realizando movimentação excessiva, havia falta de padronização das atividades, havia espera pela revisão dos materiais e apresentava-se um layout desorganizado. Esses fatores eram causa dos atrasos, retrabalhos e perda de eficiência no processo.

Depois da implementação do SMED, os indicadores de desempenho mostraram uma melhora significativa: o tempo médio de setup foi reduzido para 28 minutos, o que aumentou a agilidade do processo; a disponibilidade do equipamento aumentou de 70% para 87% e a performance alcançou 92%; a qualidade também obteve melhora, subindo para 95%. Esses ganhos proporcionaram um aumento do OEE para 76%, demonstrando um considerável ganho em eficiência operacional. Na Tabela 1 é possível perceber que o tempo de setup caiu de forma expressiva, aumentando o desempenho e elevando o OEE. Isso demonstra que o processo ficou mais produtivo, com menos paradas e maior disponibilidade da máquina.

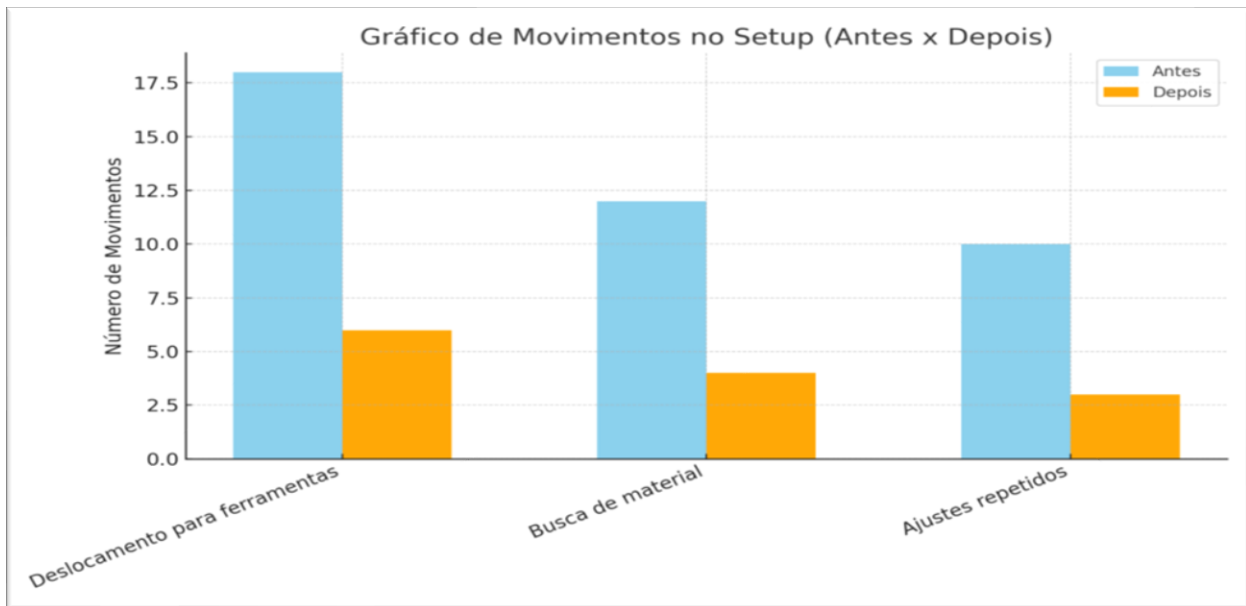
Tabela 1- Indicadores de Desempenho

Indicador	Antes SMED	Depois SMED	Varição
Tempo de Setup (min)	65	28	-57%
Disponibilidade (%)	70	87	+17%
Performance (%)	88	92	+5%
Qualidade (%)	89	95	+7%
OEE (%)	55	76	+31%

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

Na Figura 5, podemos comparar as métricas de movimentação e setup antes e depois da melhoria. O gráfico apresenta a análise de movimentos, ajustes e deslocamentos durante o setup de operação. Observa-se: Deslocamento para ferramentas, reduzido de 18 para 6 movimentos (-67%); Busca de material, de 12 para 5 movimentos (-67%); Ajustes repetidos, de 10 para 3 movimentos (-70%).

Figura 5 – análise de movimentos, ajustes e deslocamentos durante o setup de operação



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

Esses resultados confirmam a eficácia do SMED na melhoria dos processos produtivos e se alinham aos estudos de autores como Costa e Ferreira (2021) e Almeida et al. (2023).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na etapa de observação inicial, verificou-se que uma parcela significativa do tempo de *setup* era consumida por deslocamentos desnecessários e pela busca de ferramentas, associando a falta de padronização e organização à ocorrência de perdas no ambiente produtivo. Com a reestruturação preliminar do layout e a inserção de operadores auxiliares, observou-se uma redução estimada de aproximadamente 57% no tempo total de *setup*, indicando um incremento no OEE da máquina analisada.

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação estruturada da metodologia SMED promoveu ganhos imediatos de produtividade e eficiência operacional, comprovando sua viabilidade e eficácia no contexto da indústria de transformação plástica. As ações voltadas à reorganização do layout, padronização das atividades e apoio operacional mostraram-se determinantes para a consolidação dos resultados alcançados. Conclui-se, portanto, que a metodologia SMED constitui uma ferramenta essencial para o avanço da melhoria contínua, contribuindo de forma expressiva para a redução de desperdícios, otimização dos processos produtivos e aumento da competitividade organizacional.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação da aplicação do método em diferentes máquinas e setores industriais, de modo a aprofundar a análise de seus impactos sobre a eficiência global e o desempenho operacional com a integração com outras ferramentas do Lean Manufacturing e 5S.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. F.; SOBERI, S. M. Improving setup time reduction through SMED methodology. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 3, p. 430–439, 2018.
- ALMEIDA, R. S.; SOUZA, J. F.; PEREIRA, L. C. Aplicação do SMED e seus impactos na eficiência global dos equipamentos. *Revista Gestão Industrial*, v. 19, n. 2, p. 1–12, 2023.
- BONAMIGO, M. T.; LIMA, G. P.; SANTOS, R. M. A aplicação da metodologia SMED na Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 11, n. 3, p. 1–16, 2025.
- CELIS-GRACIA, F. Metodologia SMED como ferramenta de competitividade e flexibilidade na manufatura moderna. *Journal of Lean Systems*, v. 5, n. 1, p. 44–58, 2024.
- COSTA, E. R.; FERREIRA, L. F. Aplicação do SMED para redução de *setup* em processos industriais: estudo de caso. *Revista Engenharia e Produção*, v. 13, n. 2, p. 55–68, 2021.

COSTA, R. M.; LOPES, A. C.; SOUZA, P. M. Análise da redução de setup e aumento de OEE por meio da metodologia SMED. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 1, p. 123–134, 2023.

EVANGELISTA, D.; SANGWA, S.; OLIVEIRA, M. M. Aplicação de ferramentas Lean para redução de desperdícios no chão de fábrica. *Revista de Engenharia de Produção e Sistemas*, v. 8, n. 2, p. 1–10, 2021.

FERREIRA, D. R.; SOUZA, L. M. Reorganização de layout como estratégia para aumento da eficiência produtiva. *Revista de Engenharia Industrial*, v. 17, n. 4, p. 22–34, 2023.

FREITAS, D. S.; ALMEIDA, R. C.; GOMES, V. C. Cronoanálise e SMED: aplicação prática na indústria de transformação. *Revista Gestão & Produção Industrial*, v. 12, n. 1, p. 29–42, 2025.

GÓRSKI, M.; NOWAK, J.; KOWALSKI, R. Reducing machine downtime with SMED: empirical results from plastic manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 63, p. 120–134, 2022.

MARTINS, P. H.; ALVES, C. P. Influência do layout industrial na ergonomia e produtividade. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, v. 27, n. 3, p. 45–58, 2021.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, J. C.; SOUZA, M. P. Aplicação do SMED para redução do tempo de setup em máquinas de corte e solda. *Revista Gestão & Tecnologia Industrial*, v. 5, n. 2, p. 1–11, 2021.

OLIVEIRA, R. F.; COSTA, M. L. Redesenho de layout para melhoria de fluxo produtivo: um estudo de caso. *Revista Produção & Engenharia*, v. 14, n. 1, p. 77–91, 2023.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANGWA, N. Simplificação de setup com a metodologia SMED: práticas e resultados. *Lean Manufacturing Journal*, v. 9, n. 2, p. 102–117, 2023.

SHILPA, G. Applying SMED in plastic industries for setup time optimization. *International Journal of Lean Manufacturing*, v. 7, n. 1, p. 15–28, 2023.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramentas – SMED*. 1. ed. São Paulo: IMAM, 2019.

SILVA, J. R.; PEREIRA, M. F. Reorganização de layout e redução de desperdícios em ambientes produtivos. *Revista Produção em Foco*, v. 12, n. 1, p. 11–25, 2022.

SILVA, P. A.; FERREIRA, J. M.; ALMEIDA, T. M. Implementação do SMED em linha de produção plástica. *Revista Engenharia e Produção Lean*, v. 10, n. 4, p. 33–44, 2022.