

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SMED PARA MELHORIA DE TEMPO DE SETUP EM CENTROS DE USINAGEM

Joelson Jose Batista

Maicon Batista

Marcelo Ribeiro de Carvalho

Cristiane Luiza Salazar Garcia

Angelo Reck Neto

Faculdade SENAI Joinville, R. Arno Waldemar Dohler, 921 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89223-001

e-mails maicon_batista@estudante.sc.senai.br; joelson_j_batista@estudante.sc.senai.br; marcelo_de-carvalho@estudante.sc.senai.br; cristiane.garcia@edu.sc.senai.br; angeloneto@edu.sc.senai.br.

Resumo. O setup de máquinas é um dos fatores críticos para o sucesso da produção, estando este relacionado a troca de peças para realinhamento da máquina dando continuidade ao processo produtivo, assim eliminar desperdícios e padronizar processos é um importante passo o êxito do setup. Neste caminho, o presente trabalho objetivou o desenvolvimento de um estudo de caso para a redução do tempo de setup de duas máquinas em uma célula de usinagem, sendo direcionadas às famílias de peças utilizadas nas máquinas MAZAK M200 e M400. Para tanto, foi utilizado para direcionar o estudo o conceito Lean Manufacturing, que é uma filosofia que significa produção enxuta, com poucos desperdícios. Deste modo foi aplicado o método SMED (Single Minute Exchange of Die), termo também muito conhecido como TRF (troca rápida de ferramenta), o qual advém da filosofia lean, sendo o mesmo fundamental na redução de desperdícios no campo fabril. O estudo mostrou que, a adoção dessas ferramentas, proporcionaram uma redução dos tempos de setup em cada máquina estudada, sendo respectivamente: 57% para a máquina MAZAK M400 e, 62% para a Máquina MAZAK M200, validando nesse caso a aplicação do conceito Lean Manufacturing, como ferramenta para redução dos tempos de setup.

Palavras chave: Setup de máquinas. Lean Manufacturing. Família de Peças. Ferramenta SMED.

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno de transição de produção em massa para a produção mediante demandas pontuais, vem aumentando a necessidade de uso de metodologias capazes de aumentar a eficiência e diminuir os desperdícios em sistemas produtivos (Barros e Passos, 2021). Isto leva a organização a trabalhar com a lógica de lotes mínimos de produtos, o que acaba por limitar a gama de clientes, gerando aumento de custos no processo, perda de competitividade no mercado e consequentemente impactando o preço final do seu produto.

Um dos gargalos que acumulam desperdícios na indústria está ligado ao elevado tempo de setup de máquinas na troca de modelos de peças na produção. Assim, encontrar caminhos para a redução do setup está entre os fatores críticos para o sucesso da empresa (Ortiz, 2009). Uma das alternativas para proporcionar a redução de desperdícios em processos de fabricação, é a adoção do sistema Lean Manufacturing. Van Landeghem (2007), destaca que os princípios deste sistema podem ser distinguidos em 5 categorias: definir valor; identificar a cadeia de valor; criar e otimizar o fluxo; implementar o sistema de produção puxada; melhoria contínua. Esses princípios apresentam uma abordagem inovadora aos sistemas de gestão da produção, buscando-se ações para eliminação gradativa das principais fontes de desperdício, através de procedimentos simples, se almeja a melhoria contínua para aumento de competitividade.

Desse modo, essa metodologia busca resolver os problemas certos e evitar soluções que causem perdas. Esse processo envolve todas as equipes na formação de maneiras melhores de trabalhar e descobrir soluções inovadoras (Ballé et al, 2019). Entre as principais ferramentas/metodologias adotadas pelo sistema Lean está o SMED (Single Minute Exchange of Die), ou troca rápida de ferramenta (Carvalho, 2010). O SMED é uma metodologia envolvendo uma série de técnicas com objetivo de redução do tempo de setup, as quais são os responsáveis pelas interrupções necessárias para que a preparação das máquinas seja efetuada (Shingo, 2000).

Ferrari (2015) destaca que a maior parte das atividades desenvolvidas durante um setup consiste em procedimentos iniciais e ajustes (50%), preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem e acessórios (30%), centragem e determinação das dimensões das ferramentas (15%) e, apenas 5% do tempo gasto está relacionado com a remoção e fixação das matrizes e ferramentas.

Um das ferramentas aplicadas a redução dos tempos de setup é a padronização de geometrias que podem ser fabricadas em máquinas distintas e, desse modo, reduzir a necessidade de trocas e *preset* de ferramentas, além disso, a

redução da necessidade de substituição dos dispositivos de fixação. A família de peças é uma coleção de peças similares seja em formato geométrico e tamanho ou nos passos de processamento exigidos em sua manufatura (Groover, 2010).

Com base nesse contexto, este trabalho tem por objetivo geral a redução de tempos de setup aplicados em Centros de Usinagem CNC (MAZAK M200 e MAZAK M400), em uma empresa fabricante de peças do segmento metal mecânico, localizada na região de Joinville, aplicando-se os conceitos abordados no Lean Manufacturing com ênfase na aplicação de princípios da metodologia SMED.

Apesar de já bastante difundida no meio industrial, a ferramenta SMED, como metodologia adotada pelo sistema Lean, tem sido aprimorada ao longo das últimas décadas, por meio de estudos que exploram sua aplicabilidade em diferentes contextos de produção (Sugai, McIntosh e Novaski, 2007). Em cada estudo, novos aspectos da ferramenta são explorados e suas facetas testadas em ambientes produtivos diferentes, o que além de ampliar sua aplicabilidade, aprimora seus métodos. O foco na geração da família de peças (Lima e Tarrento, 2018) como fator decisivo para redução do tempo de setup é um aspecto que tem sido explorado em estudos anteriores e é aqui revisitado. Neste caminho, o desenho da ferramenta SMED contou com a estratégia da tomada de decisão da equipe técnica do processo produtivo, a qual recebeu os dados coletados sobre o processo de setup e foi guiada a análise seguindo os parâmetros do método adotado para a otimização do processo ao final.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem natureza descritivo-exploratório na medida que espera descrever a realidade do setup das máquinas selecionadas para serem estudadas, bem como explorar soluções para a problemática observada. Por meio de um estudo de caso em uma empresa localizada na cidade de Joinville, estado de Santa Catarina, do ramo metal mecânico, a pesquisa buscou estudar a situação relatada *in loco*. O método de estudo de caso visa aprofundar o conhecimento em torno de uma realidade específica de modo a compreender o problema e propor soluções pontuais.

Assim, aplicando princípios da metodologia SMED, foi possível realizar o estudo bem como propor melhorias para o processo estudado. A empresa em questão é líder global na fabricação e comercialização de sistemas para mover água e combustíveis. No Brasil, é fabricante de motobombas para superfícies, submersas, submersíveis e sistemas de pressurização.

Através da realização de análise de dados históricos da célula em um determinado período, foi possível observar as vantagens da atribuição da metodologia SMED para estudos dos tempos de setup, com o objetivo de melhorar a produtividade da célula e as programações de usinagem. Dessa forma, foi observado o aumento da disponibilidade da célula em horas, melhorando a utilização dos recursos da empresa e aumentando a flexibilidade das trocas de ferramentas.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas as máquinas MAZAK M400, e MAZAK M200, que juntas constituem a célula de usinagem foco do estudo. O Centro de Usinagem MAZAK M400 é composto pelas seguintes características: 12000 rpm (máximo), curso de deslocamento máximo de 615mm no eixo X, 260mm no eixo Y e 695 mm no eixo Z. Centro de Usinagem MAZAK M200, é composto pelas seguintes características: 12000 rpm (máximo), curso de deslocamento máximo de 450mm no eixo X, 200mm no eixo Y e 550mm no eixo Z. Para ambas as máquinas, foram registrados as peças e etapas comumente fabricadas, visando posteriormente, a geração da família de peças proposta nesse trabalho.

Para cada máquina, foram coletados os tempos de setup atuais através de um cronômetro digital AK68, e posteriormente, os novos tempos de setup interno e externo com as alterações realizadas. Para a geração das famílias de peças foi realizada uma análise crítica do processo de fabricação, onde foram realizados o levantamento das principais peças produzidas nos equipamentos em estudo e, a partir desse ponto, a identificação e separação das famílias de peças de acordo com as suas dimensões, sistemas de fixação e operações realizadas.

A aplicação da ferramenta SMED foi realizada conforme os conceitos abordados na literatura, aplicando-se os quatro estágios desta ferramenta (Shingo, 2000), sendo: 1) representação dos tempos reais correntes de fabricação; 2) separação de setup interno e externo; 3) conversão de setup interno em externos; 4) melhorias em todo o sistema através da adoção de famílias de peças.

A escolha da família de peças foi realizada por meio do processo de tomada de decisão da equipe técnica guiado pelos responsáveis pela pesquisa. Assim, os dados coletados por meio da aplicação da ferramenta SMED foram compartilhados com a equipe técnica envolvida com o processo de fabricação em questão. em reuniões agendadas pelos responsáveis da pesquisa. Tais dados foram necessários para dar os devidos contornos às informações coletadas nas análises realizadas.

3. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os principais resultados obtidos na análise realizada são destacados a seguir, iniciando pelos resultados da Máquina MAZAK M400 e, posteriormente MAZAK M200. Os planejamentos que são apresentados na sequência estão relacionados a fabricação do componente FC149 de ferro fundido, através das operações de esquadrejamento, faceamento, furação e fresamento de perfil com a Máquina MAZAK M400.

Assim, como foi traçado metodologicamente, foram observados os tempos de setup interno e externo para cada máquina estudada. O Quadro 1 apresenta os primeiros resultados relacionados aos tempos atuais para a Máquina MAZAK M400.

Quadro 1. Tempo de Setup Inicial da Máquina MAZAK M400 - Componente FC149 (Dados do estudo)

Tempo de Setup	03h09min00s
Número de atividades Internas	24
Número de atividades Externas	0
Total de atividades	24

Conforme é possível observar no Quadro 1, os processos de setup inicial não contemplavam atividades externas, o que demandava maior tempo para a troca de ferramentais. Desse modo, conforme a metodologia SMED pontua, é necessário realizar o máximo possível de atividades externas e, nesse caso, foi avaliado por meio de reuniões com a equipe da fábrica, quais seriam as possibilidades para conversão de setup interno para externo desta máquina.

O Quadro 2 apresenta detalhadamente cada atividade realizada no setup interno, assim como os respectivos tempos.

Quadro 2. Tempo de Setup Atual Máquina MAZAK M400 - Antes da Modificação (Dados do estudo)

Item	Descrição das atividades	Tempo de duração	Item	Descrição das atividades	Tempo de duração
1	Início do setup	00:01:00	13	Preset de ferramenta em máquina	00:10:00
2	Movimentação de caixa	00:01:00	14	Guardar castanha do Processo anterior no armário	00:06:00
3	Falta de desenho	00:03:00	15	Usinar peça Lado 01	00:04:00
4	Soltar castanha Lado Esquerdo	00:05:00	16	Falta de calibradores Interno	00:19:00
5	Aproximação da peça a ser trocada	00:05:00	17	Trocar em inserto gasto	00:09:00
6	Montar e fixar as castanhas Lado Esquerdo	00:18:00	18	Verificar Programa Lado 02	00:13:00
7	Passar ferramentas na castanha Lado Esquerdo	00:04:00	19	Usinar Lado 02	00:09:00
8	Verificar Programa Lado 1	00:03:00	20	Falta de calibradores Externo	00:06:00
9	Soltar Castanha Lado Direito	00:05:00	21	Correção da máquina	00:03:00
10	Montar e fixar as castanhas Lado Direito	00:17:00	22	Reusinar perfil da peça	00:05:00
11	Passar ferramentas na castanha Lado Direito	00:01:00	23	Falta de instrumento micrômetro	00:05:00
12	Verificar ferramentas a serem utilizadas	00:34:00	24	Finalizado setup	00:03:00
TOTAL			03:09:00		

Conforme apresentado no Quadro 2, para essa máquina, observa-se que o tempo total de setup foi de 03hr09min. Uma das propostas geradas para a redução desse tempo, conforme aborda a metodologia SMED, foi a aplicação da realização conversão das atividades internas para externas. Os resultados são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Conversão de atividades internas para externas MAZAK M400 (Dados do estudo)

Nº	Descrição das atividades (Setup Externo)	Tempo de duração	Nº	Descrição das atividades (Setup Externo)	Tempo de duração
2	Movimentação de caixa	00:01:00	17	Trocar em inserto gasto	00:09:00
3	Falta de desenho	00:03:00	18	Verificar Programa Lado 02	00:13:00
5	Aproximação da peça a ser trocada	00:05:00	20	Falta de calibradores Externo	00:06:00
8	Verificar Programa Lado 1	00:03:00	23	Falta de instrumento micrômetro	00:05:00
16	Falta de calibradores Interno	00:19:00	TOTAL		01:04:00

Observa-se a partir do Quadro 4, que apenas alterando atividades básicas do processo de setup, com a transformação interna para externa, foi possível eliminar 01 hora e 04 minutos do tempo total de setup. O Gráfico da Figura 2 apresenta uma análise comparativa entre o número de setup interno externo, antes e após aplicação da ferramenta SMED.

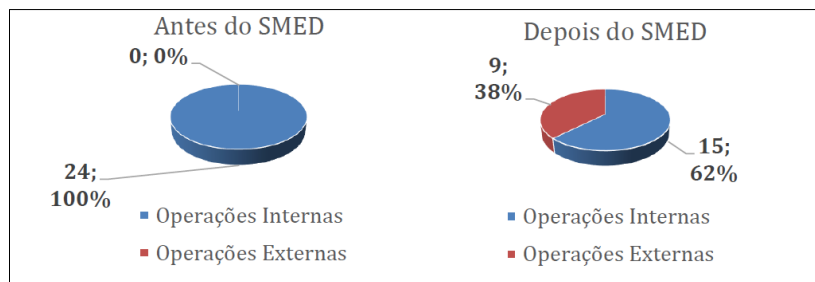


Figura 1. Análise comparativa entre o Número de Setup Interno e Externo (Dados do Estudo)

Conforme apresentado na Figura 1, destaca-se que com a aplicação o método SMED, foi possível incluir operações externas ao processo, o que demonstrou o potencial da aplicação realizada e cumpre os objetivos traçados pelo estudo realizado.

Além da conversão das atividades internas para externas, foi realizado a criação da família de peças, para que atividades com tempo ocioso pudessem ser realizados em outras máquinas da empresa. Os resultados da geração da família de peças e suas alterações de trabalho são destacados no Quadro 4.

Quadro 4. Família de Peças MAZAK M400 (Dados do estudo)

Modelo de Peça	Componente	Média de Peças Produzidas /Mês	Modelo de Peça	Componente	Média de Peças Produzidas /Mês
1	FC149	673	10	FC184 FE	44
2	FC149 FE	209	11	FC184 FD	42
3	MG100	182	12	FC149 NOD	16
4	FC149 FE B	145	13	FC149 FE	16
5	FC149 FE C	112	14	FC200	13
6	FC149FE D	88	15	MBI0	4
7	MBI 1	65	16	FC184FE	3
8	FC184 FE	54	17	FC149 FE	3
9	FC184 NOD	45	18	VERSAGET	3

Com a geração da família de peças, identificou-se que as peças 15, 16, 17 e 18 apresentavam baixa demanda de produção mensal. Deste modo, optou-se por transferir esses componentes para outra máquina existente na empresa, menos produtiva e que se pode adequar a lotes de produção menores. Com essa alteração realizada, também foi possível verificar a eficiência da atribuição da metodologia de família de peças, onde se otimiza o uso da máquina para produzir peças com as mesmas características, e com isso, se reduz o tempo de setup necessário para troca de ferramentas. Isso somente foi possível por meio da análise de demanda de produção, onde se identificou que havia peças com baixa demanda, que acabavam acarretando o aumento do tempo de setup total da célula. A proposta mostrou que essas peças podem ser fabricadas em máquinas menos produtivas para minimizar o impacto pela baixa demanda de produção para esses componentes.

Ainda com objetivo de melhorar essa condição, a atribuição da família de peças, proporcionou a eliminação de necessidade de verificação e preset de ferramentas, etapas 12 e 13, tendo em vista que as alturas foram padronizadas. O quadro 06 apresenta o tempo de setup final para a MAZAKM400, considerando a fabricação da peça FC149.

Observa-se desse modo, que a alteração das operações de setup interno para externo, integrados com a geração de família de peças para essa máquina, proporcionou um ganho representativo de 57% de redução dos tempos de setup, quando comparado com os valores iniciais monitorados. O Gráfico da Figura 2 apresenta uma análise comparativa entre o processo antes da aplicação da ferramenta SMED e após a aplicação.

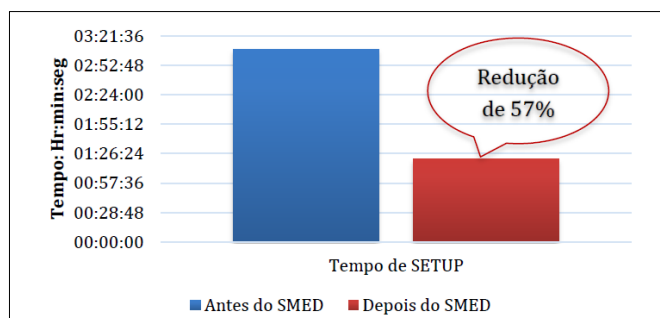


Figura 2. Análise comparativa entre os tempos de SETUP MAZAK M400 (Dados do Estudo)

Os planejamentos que são apresentados na sequência estão relacionados a fabricação do componente BCR2010 de ferro fundido, através das operações de esquadrejamento, faceamento, furação, fresamento de perfil e resqueamento com a Máquina MAZAK M200. Da mesma forma feita com a Máquina MAZAK M400, foram observados os tempos de setup interno e externo da M200. O Quadro 5 apresenta os primeiros dados obtidos na análise.

Quadro 5. Tempo de Setup Atual Máquina MAZAK M200 (Dados do estudo)

Tempo de Setup	03h03min00s
Número de atividades Internas	21
Número de atividades Externas	0
Total de atividades	21

Observa-se que para a fabricação do componente BCR2010 analisado, que o procedimento também não contemplava atividades externas, ficando todo o processo de setup em atividades internas. O Quadro 6 apresenta detalhadamente cada atividade realizada, assim como os respectivos tempos.

Quadro 6. Tempo de Setup Atual Máquina MAZAK M200 - Antes da Modificação (Dados do estudo)

Item	Descrição das Atividades	Tempo de duração	Item	Descrição das Atividades	Tempo de duração
1	Início de Setup	00:01:00	12	Referenciar a Máquina	00:04:00
2	Dúvidas sobre o processo	00:04:00	13	Afiar ferramentas	00:25:00
3	Movimentação das Caixas (Peças Bruta)	00:22:00	14	Posicionamento das Laxas de Fixação	00:02:00
4	Verificar Programa para Usinagem	00:05:00	15	Usinar Primeiro Lado	00:12:00
5	Soltar as castanhas	00:03:00	16	Controle dimensional da peça primeiro lado	00:05:00
6	Aproximação da Peça na Máquina	00:03:00	17	Usinar Segundo Lado	00:08:00
7	Ajuste da Castanha com a Peça (centralizada)	00:20:00	18	Controle Dimensional Segundo Lado	00:07:00
8	Verificar ferramentas externas	00:10:00	19	Reusinagem para Ajuste de Medida	00:02:00
9	Verificar ferramentas internas	00:14:00	20	Aprovação Dimensional	00:03:00
10	Solicitar Ferramentas no almoxarifado	00:10:00	21	Fim do setup	00:03:00
11	Preset de Ferramentas	00:20:00	Total		3:03:00

Conforme apresentado no Quadro 6, para essa máquina, observa-se que o tempo total de setup foi de 03hr03min. Para essa situação, também foi realizado o estudo para separação do setup interno para externo, nos quais os resultados são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7. Conversão de atividades internas para externas MAZAK M200 (Dados do estudo)

Nº	Descrição das atividades (Setup Externo)	Tempo de duração	Nº	Descrição das atividades (Setup Externo)	Tempo de duração
2	Dúvidas sobre o processo	00:04:00	8	Verificar ferramentas externas	00:10:00
3	Movimentação das Caixas (Peças Bruta)	00:22:00	9	Verificar ferramentas internas	00:14:00
4	Verificar Programa para Usinagem	00:05:00	10	Solicitar Ferramentas no almoxarifado	00:10:00

6	Aproximação da Peça na Máquina	00:03:00	13	Afiar ferramentas	00:25:00
Total			01:33:00		

Os ganhos atribuídos com a alteração de setup interno para externo, nesse caso, também foram muito representativos, sendo eliminado 01 hora e 33 minutos do tempo total de setup. O Gráfico da figura 3 apresenta uma análise comparativa entre o número de setup interno externo, antes e após aplicação da ferramenta SMED também nessa condição.

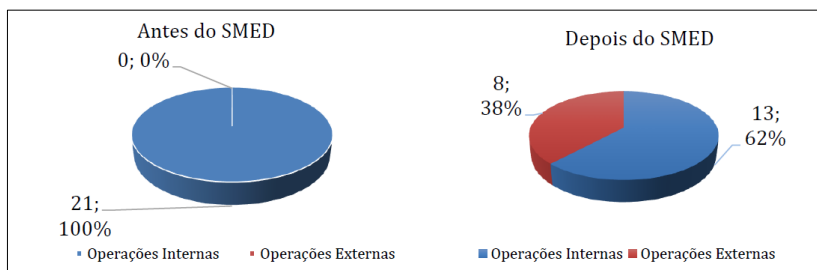


Figura 3. Análise comparativa entre o Número de Setup Interno e Externo (Dados do Estudo)

Conforme apresentado na Figura 3, destaca-se que com a aplicação o método SMED, também foi possível incluir as operações externas a esse processo, impactando na redução do tempo total de setup.

Nesta condição, também se fez necessário a análise da família de peças para essa máquina. Os componentes e família de peça gerado são apresentados no Quadro 8.

Quadro 7. Família de Peças MAZAK M200 (Dados do estudo)

Modelo de Peça	Componente	Média de Peças Produzidas /Mês	Modelo de Peça	Componente	Média de Peças Produzidas /Mês
1	BCR2010	839	9	BCS 365	66
2	BC91	595	10	BC 91 - BR	29
3	MBI 130	488	11	FFCMP	23
4	BCR2000	208	12	BIR 2010	8
5	MBI 165	143	13	BCR 2012	7
6	MBI135	104	14	BC95	1
7	MBI 170	103	15	BC75	0
8	BIR 2008	102			

Com a formatação da família de peças, identificou-se que as peças 12, 13, 14 e 15 apresentavam baixa demanda de produção mensal. Deste modo, optou-se por transferir esses componentes para a mesma máquina que fabrica peças de baixa produção. Esse novo formato de família de peças para esta máquina, também proporcionou a redução do número de ferramentas e configurações de preset, possibilitando ainda mais a redução dos tempos de setup, ilustrados no quando 11, podendo ser eliminado, nesse caso, a etapa de preset 11, na qual, contabilizava um tempo de 20 minutos. Destaca-se, portanto, o tempo total de setup final para essa máquina, sendo 01 hora e 10 minutos. Portanto, a configuração da família de peças foi baseada nos parâmetros de tipos de operação e ferramenta de usinagem, considerando a capacidade do magazine de ferramenta das máquinas escolhidas para o estudo, versus a demanda de peças produzidas mensalmente.

Observa-se desse modo, que a alteração das operações de setup interno para externo, integrados com a geração de família de peças para essa máquina Mazak M200, proporcionou um ganho ainda maior, sendo representado por 62% de redução de tempo setup, quando comparado com os valores iniciais monitorados. O Gráfico da figura 4 apresenta uma análise comparativa entre o processo antes da aplicação da ferramenta SMED e após a aplicação.

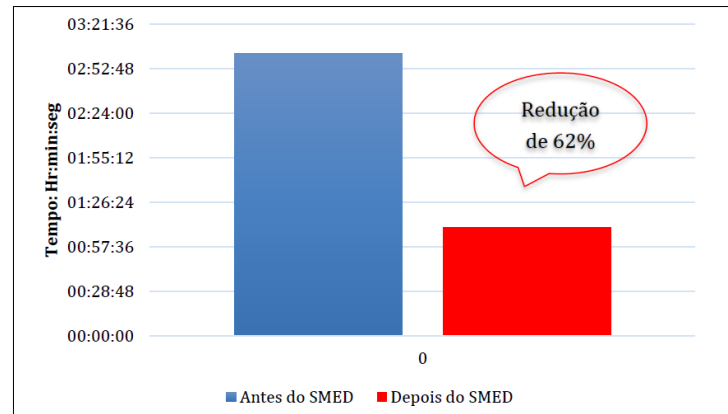


Figura 4. Análise comparativa entre os tempos de SETUP MAZAK M200 (Dados do Estudo)

Destaca-se, portanto, que a ferramenta SMED, para esta condição, proporcionou ganhos ainda maiores com relação aos tempos de setup, provando mais uma vez, a eficácia da integração entre os conceitos da metodologia SMED, com a atribuição da família de peças.

O resultado da implantação da ferramenta SMED, juntamente com a criação de família de peças, foram essenciais para que mudanças na célula fossem executadas. Conforme o planejado, as máquinas tiveram os seus magazines carregados com as ferramentas necessárias para usinagem da família de peças que ela irá fabricar. Com isso, o processo não necessita mais de preset de ferramentas. Nesse momento, visando validar o modelo de trabalho SMED implementado, as ferramentas utilizadas nos magazines das duas máquinas, foram disponibilizadas por outras células da empresa. Portanto, no futuro poderá haver necessidade de investimentos visando a compra dessas ferramentas manter o resultado obtido.

Os calibradores utilizados para verificação de medidas, bem como as peças brutas, foram colocados à disposição da célula, evitando o deslocamento desnecessário dos operadores. Os desenhos foram revisados e atualizados minimizando as dúvidas dos operadores e possíveis retrabalhos. Os programas foram organizados e renomeados de acordo com cada modelo de peça, facilitando assim, a localização deles nos diretórios das máquinas.

Apesar de todos os resultados gerados, o estudo não necessitou de novos investimentos, pois foram utilizados apenas recursos já disponíveis na empresa. Os gastos relacionados ao desenvolvimento da proposta assim podem ser mensurados a partir do dispêndio de tempo e uso de equipamentos da própria empresa. Dessa forma o trabalho foi implementado de acordo como o planejado, não havendo nenhum desvio em comparação com os resultados previstos.

4. CONCLUSÃO

As conclusões obtidas com esse trabalho mostram, primeiramente, que a pesquisa bibliográfica sobre Lean Manufacturing e conceitos SMED proporcionaram o conhecimento do estado da arte do assunto, possibilitando a verificação das vantagens desse sistema e, consequentemente, a atribuição no estudo de caso na empresa na qual foram realizados os experimentos;

Também é importante salientar que a identificação das atividades dos processos de fabricação em cada máquina, possibilitaram a separação de setups internos e externos, sendo evidenciados a redução dos tempos de setup em cada máquina. Tornou-se evidente que a análise crítica do processo é de fato um fator crítico para o sucesso da produção, evidenciando aspectos que não são notados em meio a realização dele.

Outro aspecto importante a se concluir, é que o mapeamento dos tipos de peças fabricadas em cada centro de usinagem, possibilitaram a criação de família de peças, organizadas por tipo de operação e necessidade de ferramenta de usinagem, proporcionando a padronização dos componentes fabricados em cada máquina, e aumentando a disponibilidade de produção das mesmas, quando foram retiradas as peças com pouca demanda de fabricação.

Portanto, o resultado do processo de aplicação do SMED na máquina MAZAK M400, foi possível aumentar o número de operações externas em 38% que, integrada com a padronização de família de peças, proporcionou uma redução do tempo total de setup em 57% para esta máquina. Já os processos executados na máquina MAZAK M200, também foi possível aumentar o número de operações externas em 38% que, integrada com a padronização de família de peças, proporcionou uma redução do tempo total de setup em 62% para esta máquina.

Foi possível observar, portanto, a validação dos conceitos Lean Manufacturing com ênfase em troca rápida de ferramental e, integrada a família de peças, é possível reduzir consideravelmente o tempo de setup, podendo nesse caso, aumentar a capacidade produtiva de um equipamento. Destaca-se aqui, o uso da tomada de decisão a partir da análise crítica da equipe técnica sobre o processo de fabricação, que possibilitou o mapeamento do processo, a análise das oportunidades de melhoria e a tomada de decisão, materializando a análise no desenho da família de peças.

5. REFERÊNCIAS

- Barros, F., e Passos, C. 2021. “Implementação do SMED em ambiente LEAN”. *Gestão E Desenvolvimento*, vol. 29, pp. 31-59.
- Carvalho, J. L. A. 2010. *Reengenharia de processos na indústria farmacêutica*. Dissertação Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- Groover, M. P., 2010. *Automação industrial e sistemas de manufatura*. 3ª edição. Pearson Education do Brasil, São Paulo.
- Lima, R. F. e Tarrento, G. E., 2018. “Redução do tempo de setup através da aplicação da tecnologia de grupos de ferramentas”. *Tekhne e Logos*, vol.9, n.2, set., pp. 90-103.
- Ortiz, C., 2007. *Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen*. Bookman, Porto Alegre.
- Shingo, S., 2000. *Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Bookman, Porto Alegre.
- Ferrari, T. D., 2015. *Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial*. Atlas, São Paulo.
- Lian, Y.H. e Van Landeghem, H., 2007. “Analyzing the Effects of Lean Manufacturing using a Value Stream Mapping based simulation generator”, *International Journal of Production Research*, vol. 45, issue 13, pp. 3037-3058. 2007.
- Sugai, Miguel, McIntosh, Richard Ian, e Novaski, Olívio, 2007. “Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso”. *Gestão & Produção*, vol. 14, n. 2, pp. 323-335.
- Womack, J.P. e Jones, T. D., 1996. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster Audio, 1996.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores é são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

APPLICATION OF THE SMED TOOL TO IMPROVE SETUP TIME IN MACHINING CENTERS

Joelson Jose Batista

Maicon Batista

Marcelo Ribeiro de Carvalho

Cristiane Luiza Salazar Garcia

Angelo Reck Neto

Faculdade SENAI Joinville, R. Arno Waldemar Dohler, 921 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89223-001

e-mails maicon_batista@estudante.sc.senai.br; joelson_j_batista@estudante.sc.senai.br; marcelo_de-carvalho@estudante.sc.senai.br; cristiane.garcia@edu.sc.senai.br; angeloneto@edu.sc.senai.br.

Abstract. The machine setup is one of the main critical factors for the success of production, which is related to the exchange of parts for the realignment of the machine, continuing the production process. Therefore, the first step towards its success is to eliminate waste and standardize processes around these exchanges. In this way, the present study had as objective the development of a case study to reduce the setup time of two machines in a machining cell, being directed to the families of parts used in the MAZAK M200 and M400 machines. For that, the Lean Manufacturing concept was used to direct the study, which is a philosophy that means lean production, that is, a production with little waste. The SMED method (Single Minute Exchange of Die), from the lean philosophy, was explored in the study as a tool to reduce waste in the manufacturing field. The results showed that with the application of these tools a reduction in the setup times in each studied machine of 57%, for the MAZAK M400 machine, and 62%, for the MAZAK M200 machine. This fact validates the application of the concept Lean Manufacturing as a tool to reduce setup times

Keywords: Machine setup. Lean manufacturing. Family of Parts. SMED tool.

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.