



APLICAÇÃO DO SMED EM UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Flávio Pires da Silva

Especialista em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase – UGB/ERP

Monalisa de Lima Cosentino

Discente do Curso de Engenharia de Produção – UGB/ERP

Dados de identificação

Curso: Engenharia de Produção – *campus*: Nova Iguaçu

Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso

Objetivos Da Ação

O presente artigo tem por objetivo apresentar um exercício prático que facilite o aprendizado dos alunos em relação à aplicação da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou troca rápida de ferramentas (TRF), que ajuda a reduzir o tempo de preparação de máquinas, equipamentos ou tempo de setup mediante quatro estágios conceituais encontrados no Sistema Toyota de Produção.

Conteúdos Trabalhados

A estrutura do SMED é baseada em quatro estágios conceituais que conduzem a implantação da ferramenta e que devem ser respeitados pela equipe (SHINGO, 2008), que são:



Estágio 0 (Inicial): É feita a identificação das atividades executadas através do mapeamento e também a cronometragem com os operadores do estado atual do setup.

Estágio 1: Ocorre a separação de setup interno e externo através da revisão do estágio anterior. Essa etapa é significativa para pôr as atividades em ordem e assegurar a troca rápida de ferramentas (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Estágio 2: Começa a transformação de setup interno para externo através da revisão do estágio anterior. Nesse estágio, transfere-se a maior quantidade de atividades possíveis que são executadas no período de tempo que o equipamento permanece parado para o período em que ele se encontra em produção.

Estágio 3: É aquela que ocorre a racionalização das operações, por meio de uma observação de todas as operações realizadas no decorrer do setup. Mesmo que seja possível adquirir uma redução aceitável no tempo de setup através das primeiras etapas da implementação do SMED, segundo Shingo, essa fase é muito importante para aumentar os esforços no sentido de conseguir o menor tempo possível ou menor que dez minutos, que é o principal objetivo da ferramenta.

Procedimentos

Esse exercício prático tem uma abordagem qualitativa, porque se avaliaram as propostas de melhorias através da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou troca rápida de ferramentas no exercício prático que foi aplicado no laboratório de processos com os alunos do sétimo período de Engenharia de Produção no Centro Universitário Geraldo Di Biase e para Jung (2004), o modelo de abordagem qualitativa possui como características a subjetividade e preocupa-se com a qualidade.

A finalidade dos dados coletados tem como característica exploratória que conforme Jung (2004), as pesquisas exploratórias têm como finalidade estudar problemas a fim de encontrar novas práticas, melhorias de produtos ou processos e coleta de dados que possam ser usados para o desenvolvimento de novos modelos.



O desenvolvimento da metodologia de pesquisa neste artigo foi através de um estudo de caso que “descreve a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação” (GIL, 2008, p.58). Dentro do estudo de caso foram aplicados os quatro estágios do SMED.

A Prática Pedagógica

No dia 29 de maio de 2017, os alunos do sétimo período chegaram ao laboratório de processos às 19 horas, mas antes, foram posicionados na bancada os materiais utilizados na prática e os moldes junto com a caixa de ferramentas colocados a 10 metros de distância da mesma. A aula teve início às 19 horas e 15 minutos com apresentação da metodologia através de slides durante 20 minutos e logo depois, foi explicado pela autora como seria feita a prática.

O lugar onde a ferramenta SMED foi implantada na prática é constituído por uma bancada com quatro postos: Corte, Moldagem, Qualidade e Embalagem. Com isso, foram escolhidos quatro alunos, cada qual responsável por um posto e mais um aluno para cronometrar. O restante da turma adaptou a realidade da prática à metodologia.

O aluno do posto de Corte fazia a marcação nas folhas de ofício e as mesmas eram cortadas em três partes de 10 cm ou em duas partes de 14 cm de largura, o que dependeu da solicitação do cliente. Essas folhas cortadas representaram as peças e foram colocadas próximas ao posto de Moldagem.

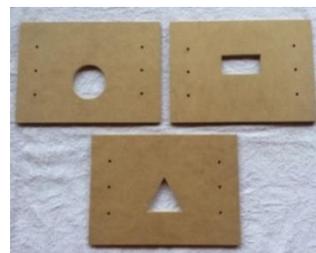
No posto de Moldagem foi posicionado o molde em uma placa de madeira com 10 parafusos ajustáveis, sendo seis nas laterais e quatro na entrada e mais dois parafusos fixos na parte superior, totalizando 12 parafusos conforme mostra a Figura 1. Essa placa transmitiu a ideia de um equipamento e os moldes eram de três tipos: circular, retangular e triangular, conforme mostra a Figura 2. Posteriormente, as folhas foram riscadas de acordo com o a largura e o molde acionado pela demanda e passadas para o posto seguinte. Por escolha do operador, todas as atividades no posto de Moldagem foram feitas com a utilização de luvas.

Figura 1 – Placa de madeira



Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

Figura 2 – Tipos de moldes



Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

Em seguida, o aluno que estava no posto de Qualidade, verificava manualmente se as figuras geométricas estavam centralizadas nas folhas, e por fim, o aluno responsável pelo último posto fazia a embalagem final e armazenava. A sequência de atividades ocorridas durante a troca pode ser vista no item a seguir.

Estágio 0 (Inicial)

No estágio inicial foi feito pela turma o mapeamento da execução de todas as atividades realizadas no setup e foram cronometrados os tempos de cada uma delas e totalizou 5 minutos e 48 segundos em 18 atividades conforme mostra a Tabela 1.



VI SIMPÓSIO DE PESQUISA E DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DO UGB/FERP



Tabela 1 - Atividades realizadas no setup antes da aplicação do SMED

Nº	Atividade	Início	Final	Duração	Tempo Interno	Tempo Externo	
1	Buscar a caixa de ferramentas	00:00:00	00:00:38	00:00:38	00:00:38	-	
2	Procurar ferramentas necessárias para o setup	00:00:38	00:00:58	00:00:20	00:00:20	-	
3	Testar chave de boca necessária para o setup	00:00:58	00:01:15	00:00:17	00:00:17	-	
4	Afrouxar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	00:01:15	00:01:40	00:00:25	00:00:25	-	
5	Afrouxar as arruelas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	00:01:40	00:01:58	00:00:18	00:00:18	-	
6	Tirar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	00:01:58	00:02:30	00:00:32	00:00:32	-	
7	Tirar o molde para fazer a troca	00:02:30	00:02:38	00:00:08	00:00:08	-	
8	Levar o molde que estava na placa de volta para o lugar apropriado	00:02:38	00:03:09	00:00:31	00:00:31	-	
9	Trazer o molde acionado para troca	00:03:09	00:03:31	00:00:22	00:00:22	-	
10	Colocar o molde acionado na placa de madeira	00:03:31	00:03:38	00:00:07	00:00:07	-	
11	Colocar as arruelas nos parafusos laterais (6 parafusos)	00:03:38	00:03:52	00:00:14	00:00:14	-	
12	Apertar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	00:03:52	00:04:15	00:00:23	00:00:23	-	
13	Ajustar os parafusos de entrada (4 parafusos)	00:04:15	00:04:49	00:00:34	00:00:34	-	
14	Apertar as arruelas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	00:04:49	00:05:10	00:00:21	00:00:21	-	
15	Levar a caixa de ferramentas de volta para o lugar	00:05:10	00:05:28	00:00:18	00:00:18	-	
16	Colocar a folha no molde	00:05:28	00:05:36	00:00:08	-	00:00:08	
17	Riscar a figura na folha	00:05:36	00:05:45	00:00:09	-	00:00:09	
18	Entregar a folha para a Qualidade	00:05:45	00:05:48	00:00:03	-	00:00:03	
				TOTAL	00:05:48	00:05:28	00:00:20

Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)



Estágio 1

Esse estágio tem a finalidade de separar as atividades do estágio anterior entre as que foram realizadas com o equipamento parado, de maneira interna, das realizadas paralelamente com a produção, de forma externa.

Em concordância com a Tabela 1, a maioria das atividades de setup até o presente em que o estudo foi avançado foram realizadas no tempo em que o equipamento permanecia parado, exceto as atividades 16, 17 e 18. De acordo com Shingo (2008), as três últimas se classificam como setup externo e as demais como setup interno.

As operações em que havia necessidade de troca de ferramental foram classificadas como internas e que poderiam afetar a segurança do operador se fossem realizadas com o equipamento em funcionamento.

Estágio 2

O objetivo desse estágio é começar a transformação de setup interno para setup externo através da revisão do estágio anterior. Nessa etapa, transfere-se a maior quantidade de atividades possíveis que são executadas no período de tempo que o equipamento permanece parado para o período em que ele se encontra em produção.

Essa análise foi realizada em conjunto com a turma e como resultado foi possível transferir seis atividades internas para externas, obtendo-se uma redução de 2 minutos e 26 segundos no tempo de equipamento parado, conforme mostra a Tabela 2.



Tabela 2 - Transformação das atividades internas para externas

Nº	Atividade	Duração
1	Buscar caixa de ferramentas	00:00:38
2	Procurar ferramentas necessárias para o <i>setup</i>	00:00:20
3	Testar chave de boca necessária para o <i>setup</i>	00:00:17
8	Levar o molde que estava na placa de volta para o lugar apropriado	00:00:31
9	Trazer o molde acionado para troca	00:00:22
15	Levar a caixa de ferramentas de volta para o lugar	00:00:18
TOTAL		00:02:26

Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

Devido aos critérios de qualidade, as ferramentas e os moldes não podiam permanecer no mesmo ambiente que a placa de madeira, correndo o risco de oxidar, e por uma exigência de segurança o aluno não podia trazer a caixa de ferramentas junto com os moldes. Então, devido a essas regras, para transformar as atividades 1, 2, 3, 8, 9 e 15 em *setup* externo, foi designado a dois alunos a fazerem essas atividades simultaneamente. Foi direcionado ao aluno que estava no posto de Embalagem, a pegar a caixa de ferramenta, procurar e separar as ferramentas necessárias para a troca e leva-las de volta para o lugar apropriado e o ao aluno responsável pelo posto de Qualidade, de levar o molde que estava na placa de madeira e trazer o molde que foi acionado para o *setup*.

Estágio 3

Na última etapa de implantação do método SMED, todas as atividades foram analisadas com o objetivo de identificar oportunidades de melhorias no *setup*. Essa análise foi feita em conjunto com a turma, quando foram levantadas ideias a partir da otimização, com objetivo de eliminar atividades, combinar atividades paralelas, modificar sua execução ou reduzir o tempo das atividades. Foram definidas as ações a serem implantadas para cada atividade, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Melhorias nas atividades de *setup*

Nº	Atividade	Como otimizar?	Ação
1	Buscar caixa de ferramentas	Eliminar	Trocando as arruelas laterais por dois alicates pequenos de pressão e as arruelas de entrada por porcas tipo borboleta, não serão mais utilizadas ferramentas no <i>setup</i>
2	Procurar as ferramentas necessárias para o <i>setup</i>	Eliminar	Trocando as arruelas laterais por dois alicates pequenos de pressão e as arruelas de entrada por porcas tipo borboleta, não serão mais utilizadas ferramentas no <i>setup</i>
3	Testar chave de boca necessária para o <i>setup</i>	Eliminar	Trocando as arruelas laterais por dois alicates pequenos de pressão e as arruelas de entrada por porcas tipo borboleta, não serão mais utilizadas ferramentas no <i>setup</i>
4	Afrouxar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	Eliminar	Trocar as arruelas por dois alicates pequenos de pressão.
5	Afrouxar as arruelas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	Reduzir	Tirar as arruelas e colocar duas porcas tipo borboleta nos dois primeiros parafusos (um de cada lado) e tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
6	Tirar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	Eliminar	Trocar as arruelas por dois alicates pequenos de pressão.
7	Tirar o molde para fazer a troca	Reduzir	Tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária a utilização.
8	Levar o molde que estava na placa de volta para o lugar apropriado	Modificar	Polivalência de operador.
9	Trazer o molde acionado para a troca	Modificar	Polivalência de operador.
10	Colocar o molde acionado na placa de madeira	Reduzir	Colocar uma seta indicando qual lado certo de encaixar o molde e tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
11	Colocar as arruelas nos parafusos laterais (6 parafusos)	Eliminar	Trocar as arruelas por dois alicates pequenos de pressão.
12	Apertar as arruelas dos parafusos laterais (6 parafusos)	Eliminar	Trocar as arruelas por dois alicates pequenos de pressão.

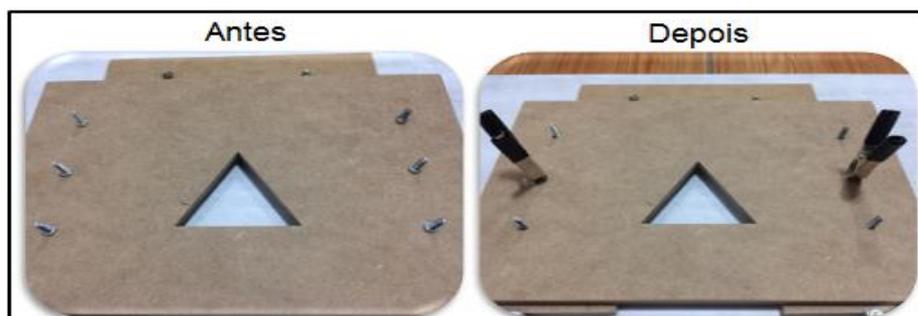
13	Ajustar os parafusos de entrada (4 parafusos)	Reduzir	Tirar as arruelas e colocar duas porcas tipo borboleta nos dois primeiros parafusos (um de cada lado) e tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
14	Apertar as arruelas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	Reduzir	Tirar as arruelas e colocar duas porcas tipo borboleta nos dois primeiros parafusos (um de cada lado) e tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
15	Levar a caixa de ferramentas de volta	Eliminar	Não serão mais utilizadas ferramentas no <i>setup</i> .
16	Colocar a folha no molde	Reduzir	Tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
17	Riscar a figura na folha	Reduzir	Tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.
18	Entregar a folha para a Qualidade	Reduzir	Tirar a luva do operador, visto que foi uma escolha do próprio e não era necessária sua utilização.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

Como pode ser visto nas atividades 7, 10, 16, 17 e 18, a remoção da luva já foi o suficiente para reduzir o tempo de cada uma delas, já nas atividades 5, 13 e 14, além de tomar a mesma ação, foi feito também a troca das arruelas de entrada por porcas tipo borboletas em apenas um parafuso de cada lado e com isso foi possível reduzir ainda mais o tempo dessas atividades.

Na figura 3, pode-se ver um exemplo de ação executada referente às atividades 4, 6, 11, 12 em que foram trocados seis parafusos laterais por dois alicates pequenos de pressão, reduzindo o *setup* dessas atividades em 1 minuto e 34 segundos.

Figura 3 – Antes e depois da melhoria



Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)



Tempos de setup

As ações de melhorias definidas no estágio três foram planejadas e executadas com materiais de baixo custo e mão de obra interna da turma. Após a conclusão de todas as ações, foi realizada uma nova cronometragem das atividades de setup no posto de Moldagem, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Setup após a melhoria

Nº	Atividade	Início	Final	Duração	Tempo Interno	Tempo Externo
1	Tirar o molde para fazer a troca	00:00:00	00:00:03	00:00:03	00:00:03	-
2	Levar o molde que estava na placa de volta para o lugar apropriado	00:00:03	00:00:10	00:00:07	-	00:00:07
3	Trazer o molde acionado	00:00:10	00:00:14	00:00:04	-	00:00:04
4	Colocar o molde acionado na placa de madeira	00:00:14	00:00:17	00:00:03	00:00:03	-
5	Colocar os alicates de pressão nos parafusos laterais	00:00:17	00:00:22	00:00:05	00:00:05	-
6	Afrouxar as porcas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	00:00:22	00:00:27	00:00:05	00:00:05	-
7	Ajustar os parafusos de entrada (4 parafusos)	00:00:27	00:00:37	00:00:10	00:00:10	-
8	Apertar as porcas dos parafusos de entrada (4 parafusos)	00:00:37	00:00:43	00:00:06	00:00:06	-
9	Colocar a folha no molde	00:00:43	00:00:45	00:00:02	-	00:00:02
10	Riscar a folha	00:00:45	00:00:48	00:00:03	-	00:00:03
11	Entregar para Qualidade	00:00:48	00:00:49	00:00:01	-	00:00:01
TOTAL				00:00:49	00:00:32	00:00:17

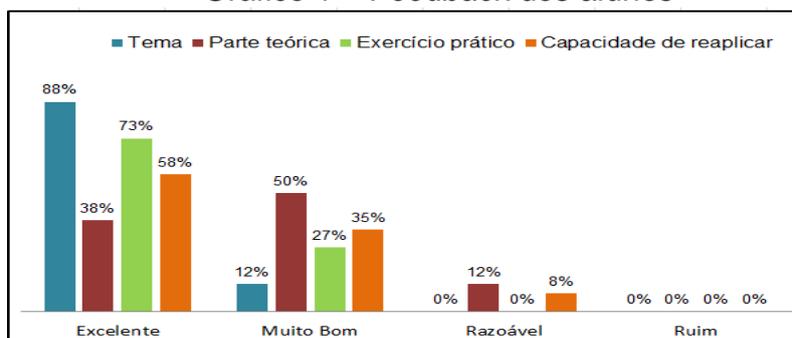
Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

O principal ganho com o SMED no exercício prático foi diminuir o setup de 5 minutos e 48 segundos para 49 segundos, sendo 32 segundos de tempo interno e 17 segundos de tempo externo.

Abordagem prática

Ao final da aula, às 21 horas e 10 minutos, os alunos responderam uma pesquisa de satisfação e o resultado obtido através da mesma foi positivo como pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 – *Feedback dos alunos*



Fonte: Elaboração do próprio autor (2017)

Resultados

A prática pedagógica atingiu seu objetivo de facilitar a aprendizagem dos alunos. Essa constatação é feita através da aplicação da metodologia com a participação efetiva dos alunos que conseguiram reduzir o tempo de troca e também pela pesquisa de satisfação.

Os estágios conceituais da metodologia propostos foram aplicados em uma escala reduzida de troca com os alunos do sétimo período de Engenharia de Produção no Centro Universitário Geraldo Di Biase, que simulou uma linha de produção. O resultado obtido a partir do estudo de caso, quanto ao tempo de troca foi satisfatório já que, a partir do desenvolvimento do método, obteve-se uma redução de 76% no tempo de setup do equipamento.

É importante frisar que este estudo foi adaptado à sala de aula, mas a metodologia pode e deve ser aplicada no meio industrial.

Ao avaliar os indicadores da pesquisa de satisfação, podemos observar dois itens muito positivos que é o tema e o exercício prático com o grau de satisfação 88% e 73% respectivamente. Também nota-se que houve um baixo percentual com



VI SIMPÓSIO DE PESQUISA E DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DO UGB/FERP



oportunidades de melhorias para dois itens, parte teórica e capacidade de reaplicar o aprendizado, ao qual sugere colocar mais conteúdo já que a apresentação foi bem sucinta utilizando os tópicos mais relevantes e rever onde precisa melhorar para futuras aplicações do exercício prático.

O estudo apresentado pode e deve ser potencializado com implementações de novas ferramentas como PCP, Kanban, aplicação de 5S para que se obtenham melhores resultados e ampliem o campo de conhecimento dos universitários em relação ao Sistema Toyota de Produção.



Referências

FERRARI, M. **Anísio Teixeira, o inventor da escola pública no Brasil**. [S.l.]: out. 2008. Seção Pensadores de Educação. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1375/anisio-teixeira-o-inventor-da-escola-publica-no-brasil>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

JUNG, C. F. **Metodologia Para Pesquisa & Desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

MOTA, P. M. P. **Estudo e implementação da metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2007.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.