

# IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA SMED PARA MELHORIA CONTÍNUA NA ETAPA DE TROCA DE FORMATO EM PLANTA INDUSTRIAL DE PAPEL TISSUE

**Autores:** RODRIGUES<sup>1</sup>, R. M., & FREITAS, R. R. de <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, Engenharia Química, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Litorâneo, CEP: 29932-540, São Mateus, ES, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, Engenharia de Produção, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Litorâneo, CEP: 29932-540, São Mateus, ES, Brasil.

## RESUMO

A indústria de papel *tissue*, ao longo de décadas, mostrou um notável crescimento que pode ser explicitado de forma geral pelo aumento do consumo de produtos para fins higiênicos em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Consequentemente, o número de fábricas aumentou, tornando o mercado mais competitivo. Para as empresas, torna-se necessário assumir modelos arrojados de gestão, capazes de promover aumento da produtividade com redução de custos, por exemplo, com a adoção da metodologia *Lean Manufacturing*. Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar a implantação de uma ferramenta chamada SMED na etapa de troca programada de formato na unidade de conversão da máquina *tissue* ML2. Mais especificamente métodos de melhoria que provoquem redução no tempo de parada da produção para realização da troca de formato do fardo de papel higiênico. Para tanto, coletou-se informações para caracterização quantitativa da eficiência de produção da máquina alvo do estudo, bem como tempos e percursos durante o procedimento de troca programada de formato, e subsequente busca pelo controle de desperdícios por meio de procedimentos desenvolvidos com os envolvidos na atividade. Utilizou-se para tal uma revisão bibliográfica, cujo estado da arte de temas de melhoria contínua foi o enfoque. A redução do tempo de execução da atividade atingiu 74,1% após a aplicação da ferramenta SMED – resultando em uma economia de R\$ 16.875,00 por cada pausa na operação para realização desta troca de formato.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Troca de formato. Redução de desperdícios

## INTRODUÇÃO

Por muito tempo, a produção em massa foi considerada a coluna estrutural da competitividade nas empresas, principalmente na indústria automobilística. Há 40 anos, o modelo mudou definitivamente para uma produção diversificada, em menores quantidades, com evidência na qualidade, não na quantidade, metodologia surgida no Japão em meados de 1970 (WOMACK & JONES, 2003). A mudança desse parâmetro comportamental conduziu o foco empresarial para uma demanda reduzida e fragmentada, objetivando excelência produtiva em um menor tempo e reduzindo os desperdícios em todos os aspectos (LEVINSON, 2002). Por exemplo, o modelo de gestão *Lean Manufacturing*, originado a partir do período em que as indústrias começaram a adaptar-se às práticas nipônicas de sucesso e competitividade.

Considerando os desperdícios, é necessário que as indústrias se concentrem, ao extremo, nas práticas que agregam valor ao produto. Principalmente na redução do tempo de execução das atividades exercidas com interrupção da produção (PINTO, 2009). Dependendo da diversidade e do número de produtos, a rapidez nas atividades de troca de referência que compreendem a execução pode ser indispensável quando se versa o sucesso de um empreendimento.

Como exemplo de ferramentas de gestão, cita-se a ferramenta SMED – *Single Minute Exchange of Die* –, traduzida como “troca rápida de ferramentas”, a qual faz parte da metodologia *Lean Manufacturing*, que aborda um conjunto de técnicas para minimizar tempo de execução aumentando, consequentemente, o rendimento da produção por meio da comparação

**Autor correspondente:** Rodrigo Randow de Freitas. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, Engenharia Química, Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Litorâneo, CEP: 29932-540, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: rodrigo.r.freitas@ufes.br

da quantidade produzida por dia de um determinado produto antes e depois da aplicação da ferramenta em discussão.

Para a indústria *tissue*, em julho de 2021 foram produzidas 125,9 mil toneladas de papel *tissue*, representando 3,4% a mais do registrado em julho do ano anterior (*Indústria Hoje*, 2021). Com isso, a retomada econômica nacional, possibilitando a reabertura do comércio, por exemplo, impacta no sentimento de segurança da sociedade e conseqüentemente cria um movimento nas diversas atividades econômicas, incluindo assim a indústria de papel.

Considerando as taxas de eficiência na conversão de *tissue* na indústria, observou-se que a prática mais crítica, com relação aos desperdícios, é a de troca de formato do SKU (*Stock Keeping Unit* – Unidades de manutenção de estoque) FDC (Folha Dupla que contém) 12r (rolos) 30m (metros) para o FDC 16r 30m, pois envolve a mudança na programação da embalagem e na enfardadeira. Portanto, percebeu-se a oportunidade da aplicação da ferramenta elaborada por Shingo, bem como alguns dos procedimentos do *Lean Manufacturing*, como o 5S e o *poka-yoke*, seguindo todas as etapas metodológicas consagradas e que serão propostas neste trabalho.

Dessa forma, o objeto deste estudo foi a análise da aplicação de uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*, o SMED, em um processo de troca de formato do SKU FDC 12r 30m para FDC 16r 30m, em uma empresa de conversão *tissue* na região Nordeste do Brasil, visando reduzir desperdícios e aumentar a produção. Assim, a dinâmica de troca de formato na indústria em questão, bem como seus tempos de execução e a realização da análise ECRS – eliminar, combinar, reduzir e, ou, substituir – ECRS da atividade foram avaliadas. Também foram avaliadas a possibilidade de redução do tempo de execução da atividade de troca de formato e quanto esta redução impactará no processo produtivo.

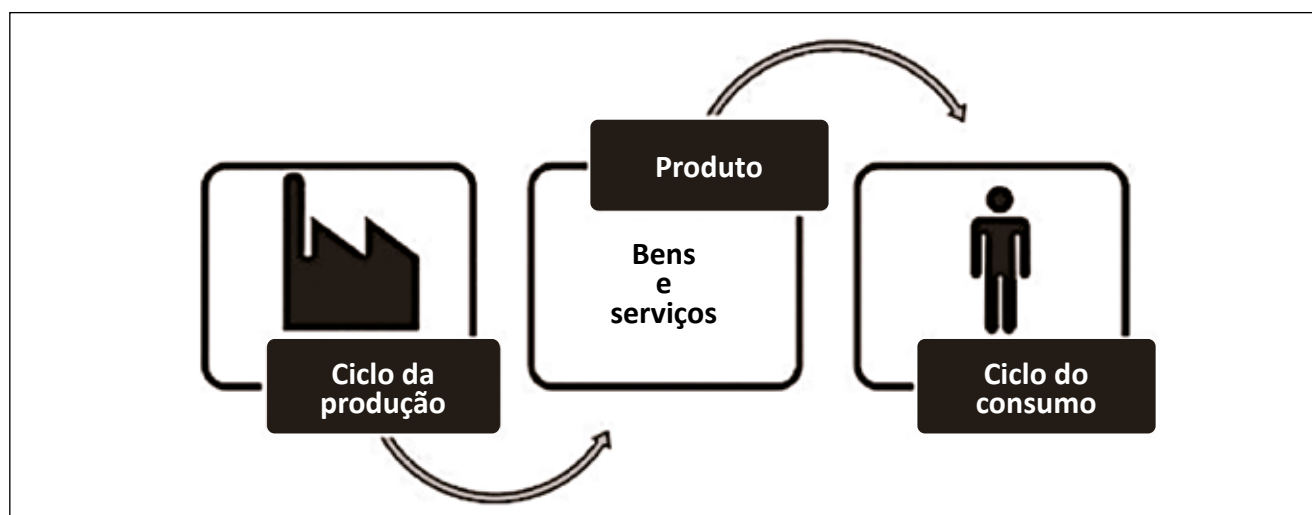
## REVISÃO TEÓRICA

Em 1980, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) realizaram um profundo trabalho de análise das indústrias automobilísticas dos Estados Unidos, Europa, Japão e Coreia do Sul. Publicada em 1990, na referida pesquisa, observou-se uma série de boas práticas de gestão de negócios e relações com parceiros, além da eficácia nos sistemas de manufatura, observadas nas indústrias asiáticas (WOMACK E JONES, 2003). Boas práticas estas que estimularam o sucesso de várias destas empresas, especialmente a japonesa Toyota, em que o foco integrado do ciclo de produção e bens de consumo tinha como elo o produto (Figura 1).

O pensamento *Lean*, como foi denominado, tem cinco princípios: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada (que levam ao último) e busca pela perfeição (WOMACK E JONES, 2003). Para atender plenamente o cliente final, mostraram-se primordiais dois outros fundamentos: a delimitação dos ciclos de consumo e a identificação e redução de desperdícios.

O conceito do Sistema Toyota de produção tem como premissa promover um fluxo harmônico de materiais entre os postos de trabalho, produzindo componentes nas quantidades e nos momentos em que são necessários. Nesse sentido, é importante acarretar uma fluidez eficiente de informações entre trabalhadores nas diferentes células de trabalho (SHINGO, 1996; OHNO, 1994). Por exemplo, as principais ferramentas utilizadas no sistema de produção *Lean*, segundo CRUZ (2013), são: análise de gargalos; 5S; *Gemba Walk*; *Just in Time*; Kaizen; Kanban; PDCA; Poka-Yoke; SMED, e Padronização do processo.

A história do SMED iniciou-se em 1950, com colaboração do consultor Shigeo Shingo, na planta de Toyo Kogyo, cujos



**Figure 1. Os ciclos de produção e consumo**  
Fonte: Womack e Jones (2003)

tempos de execução internos e externos foram identificados e classificados (ANDERE, 2012). Tempos de execução internos são aqueles que demandam a interrupção na produção para realização da atividade, enquanto que os externos são aqueles em que as atividades podem ocorrer simultaneamente com a produção. Em 1957, no estaleiro *Mitsubishi Heavy Industries*, foi realizada a duplicação de ferramentas, garantindo 40% na produtividade. Já em 1969, foi aplicado o conceito de *setup* interno e externo na Toyota Motors Company e, com isso, o *setup* de manutenção da prensa de 1000 toneladas que exigia 4 horas, passou a ser de 3 minutos (COSTA, 2015), provocando uma redução de 98,75 % no tempo de manutenção.

Os estudos sistemáticos realizados por Shingo foram descritos em seu livro *SMED – revolution in manufacturing*, que apresenta uma breve estrutura conceitual, descrevendo algumas técnicas que auxiliaram na ferramenta e oferece diversos exemplos de aplicações do SMED em empresas. Ao apresentá-la, o autor procurou estimular o leitor a aplicá-lo por meio de exemplos e com transcrição de depoimentos de gerentes industriais de diversas empresas.

Pode-se relatar que o estágio zero, preliminar ao SMED, é quando os tempos de execução interno e externo não se distinguem. Segundo SHINGO (1985) é necessário, nesta fase, que se identifiquem, por meio de cronometragens e filmagens, os tempos gastos em cada fase da execução para identificação do gargalo. O autor também indica que discussões informais com os trabalhadores envolvidos na atividade, geralmente, são indispensáveis e eficientes.

O primeiro estágio do SMED é quando há distinção dos tempos de execução interno e externo a partir do registro de atividades. Nesta fase, organizam-se as atividades executadas, classificando e separando-as de acordo com os conceitos (SUGAI, MCINTOSH e NOVASKI, 2007).

No segundo estágio, há a conversão de tempos de execução interno em externo e a aplicação da ferramenta ECRS. O operador deverá buscar padronizações nas ferramentas – *Poka-yoke* – para realizar o máximo de tarefas possíveis antes de interromper a produção.

Um esforço científico deve ser realizado para que o máximo possível da operação seja como *setup* externo. Então, segundo Shingo, o tempo necessário para o *setup* interno pode ser reduzido de 30% a 50 %. Controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir o êxito no SMED (SHINGO, 1985).

O terceiro estágio foi denominado em inglês por Shingo (1985) como *streamlining all aspects of the setup operation* (racionalizando todos os aspectos da execução da atividade). Dentro do contexto da ferramenta, pode-se considerar esta

fase como fixação de métodos ou procedimentos. E ao considerar a filosofia SMED, Shingo (1998), oferece outra definição ao seu terceiro estágio conceitual: “Melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo”. Tal abordagem permite visualizar o SMED como melhoria contínua. Este estágio opera no sentido de que muitos tempos de execução não são reduzidos logo no primeiro trabalho, sendo necessários que se repitam os estágios conceituais até que se alcancem os menores tempos possíveis de parada na produção.

O objetivo da ferramenta, como o próprio nome sugere, é o de reduzir todo tempo de execução a um dígito de minuto. Para tanto, é necessário conhecer os tipos de desperdício que podem acrescentar no seu tempo de execução em qualquer atividade. Shingo (1996) destaca que operações que agregam valor transformam a matéria-prima, alterando sua forma ou a qualidade. Quanto maior o valor agregado, maior será a eficiência da atividade. Em contrapartida, perda é qualquer prática, atrelada a um processo ou não, que não contribui para a concretização das operações e origina, portanto, desperdício.

Shingo (1998) relata distinção das atividades que agregam, das que não agregam valor ao produto, de acordo com o cliente. Estas dividem-se em três categorias: atividades que agregam valor (pelas quais o cliente está disposto a pagar); atividades desnecessárias que não agregam valor (esperas, retrabalho); e atividades necessárias que não agregam valor (atividades de troca de ferramentas, por exemplo). A maior parte das atividades se enquadra no grupo das que não agregam valor. De acordo com Hines e Taylor (2000), em cenários de manufatura, apenas 5% do tempo é gasto com práticas que realmente agregam valor ao produto.

É possível também classificar as práticas que compõem um processo, conforme descrito por Shingo (1996): *processamento* – mudança física (ou química, dependendo da natureza da operação) no material ou em sua qualidade; *inspeção* – comparação com um padrão estabelecido, podendo ser uma simples análise visual, métrica ou utilizando técnicas mais avançadas; *transporte* – movimentação de matérias-primas e produtos, e *espera* – período de tempo em que não ocorre nenhuma das operações anteriores. Qualquer processo produtivo é uma combinação desses elementos.

Já os desperdícios são classificados por Shingo em sete grupos: superprodução, espera, transporte, itens fora de padrão, geração de estoque, realização de movimentação desnecessária e o próprio processamento.

#### A indústria *tissue*

A indústria de papel *tissue* é produtora de bens de consumo de higiene: papéis higiênicos (folhas simples e dupla),

guardanapos, lenços e papéis toalha, sendo o consumo global com crescimento médio anual de 3,8%, desde o início de 1990 até 2010, registando um aumento no mercado de 15 milhões de toneladas neste período. Entre 2010 e 2021, o *Resource Information Systems Inc.* – organismo que gere e compila informação relativa à indústria de produtos derivados das florestas mundiais – prevê um crescimento médio anual de 4% para esta indústria. No caso, com a economia global reagindo positivamente pós-pandemia, perspectivas são ainda mais otimistas em 2022 (TISSUE ONLINE, 2021).

A competitividade do mercado de papéis *tissue* tem mudado as estratégias de negócio dos fabricantes deste bem de consumo que passaram a oferecer os produtos em diferentes modelos e tamanhos. Segundo Nielsen Gaspar em 2011, consultor da empresa *Nielsen Books Research Brasil*, “pacotes maiores, promocionais, são a principal porta de entrada para o consumidor que deseja comprar uma marca ou produto mais sofisticado”. Há cada vez mais variedades de formatos: papéis com folha dupla ou simples, ou até tripla, pacote compacto ou regular, de 4 a 48 rolos por pacote, entre outros.

Então, o papel desenrolado passa por um sistema de gofragem, em que os desenhos do rolo gofrador são sobrepostos na folha por pressão e, caso seja folha dupla, no local do desenho é aplicada a cola de laminação entre as duas folhas.

Posterior ao processo de gofragem, o papel passa por um equipamento chamado de rebobinadeira, que promove o picote na folha por meio de uma faca, e o enrolamento do papel no tubete, formando os *logs* de papel – rolos de papel *tissue* com, geralmente, 276 cm de comprimento.

Após o processo na rebobinadeira, os *logs* são encaminhados ao acumulador de *log*. Seguidamente, os *logs* passam por um dispositivo que possui uma faca orbital, cujo corte destes em papéis higiênicos de, aproximadamente, 10 cm, ocorre. Esses, então, passam por uma esteira, que os conduz até a embaladeira.

A embaladeira é um equipamento automatizado que promove o agrupamento dos papéis higiênicos, de acordo com o SKU que se deseja produzir – a partir de comandos no painel eletrônico – e empacota-os com um filme impresso.

Por fim, o processo antecedente à expedição do produto ao estoque é o enfardamento. Este possui o funcionamento similar à embaladeira: agrupa os pacotes e forma fardos de acordo com os comandos programados pelo operador no painel da máquina.

## METODOLOGIA

A empresa cujo estudo foi realizado produz 43 tipos de formatos de pacotes do papel higiênico. Esses são comu-

mente chamados de SKUs – sigla para *Stock Keeping Unit* (Unidade de Armazenamento no Estoque, sendo uma referência, ou código identificador, atribuído a um item armazenado em estoque. Alguns exemplos de SKUs utilizados na empresa de estudo são: FSC 12r 30m (folha simples compacto, 12 rolos com 30 metros cada) e FDR 4r 60m (folha dupla regular, 4 rolos com 60 metros cada).

As trocas de formato acompanhadas e analisadas dentro da ferramenta SMED foram do SKU FDC 12r 30m para o FDC 16r 30m. Realizou-se, então, filmagens de todo o processo dessa troca de formato para registro dos procedimentos realizados e seus respectivos tempos de execução. Essas práticas observadas no vídeo foram descritas em um formulário chamado “Registro de Atividades”.

Após a etapa de registro das atividades, foi promovida uma reunião com os envolvidos na atividade para mostrar o vídeo do procedimento realizado, de modo que todos os participantes observassem os desvios cometidos durante o procedimento e o tempo de execução discriminando cada atividade, conforme registros de Shingo (1985). Em seguida, foi desenhado um diagrama de espaguete para visualização das movimentações do operador durante o processo de troca de formato.

Caracterizou-se também, qualitativamente, as atividades como *setup* interno ou externo e foi promovida uma análise ECRS – Eliminar, Combinar, Reduzir e/ou Substituir – das práticas com os maiores tempos de *setup* interno discriminadas no formulário “Registro de Atividades”, segundo a metodologia de Shingo (1996).

Realizou-se novamente a atividade de troca dos mesmos formatos, desta vez sistematizada e instrumentalizada de acordo com as mudanças propostas na reunião pela análise ECRS, em concordância com a taxionomia de Shingo (1998).

Analisou-se a redução de tempo do exercício de troca de formato após a aplicação da ferramenta SMED – ou troca rápida de ferramentas – baseando-se no registro de atividades da primeira troca e nos tempos de execução da segunda troca. Em seguida, os impactos da aplicação da ferramenta SMED no processo serão apresentados: a eliminação dos desperdícios a partir da análise ECRS e o aumento quantitativo na produção acabada, com embasamento na teoria de Shingo (1985).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O registro das atividades observadas no vídeo gravado da primeira troca de formato do SKU FDC 12r 30m para o FDC 16r 30m está representado na Figura 2, bem como os respectivos tempos de execução de cada procedimento na troca de formato.

<h1>Registro de atividades</h1>					
Data: 19/09/2018		Líder da troca: Fábio Junior			
Atividade	Troca de formato 12r FDC 30m para 16r FDC 30m				
Sequência	Executante	Atividade	Tempo		Observações
			Interno	Externo	
1	Operador 1	Separação das ferramentas		00:13:42	
2	Operador 1	Separação do novo rolo de filme		00:02:29	
3	Operador 1	Mudando o código do produto no painel	00:00:40		
4	Operador 1	Abrir o step by step	00:00:31		
5	Operador 1	Substituição do prato do elevador	00:01:43		
6	Operador 1	Step by step	00:02:11		
7	Operador 1	Trocar os pentes	00:07:48		
8	Operador 1	Confirmações do que ele já fez	00:01:25		
9	Operador 1	Operação do painel para ajustes da máquina em automático	00:04:10		Perdeu muito tempo
10	Operador 1	Troca da bobina do do filme	00:02:32		
11	Operador 1	Passagem do filme pelo bailarino	00:04:35		50 segundos conversando com Mario
12	Operador 1	Centralização do filme	00:05:13		
13	Operador 1	Ajustando a leitura da taca	00:16:19		Realizou 4 tentativas
14	Operador 1	Confirmação no painel	00:00:53		
15	Operador 1	Reajustes do filme	00:08:42		
16	Operador 1	Confirmação no painel	00:02:46		
17	Operador 1	Retirada de peça do 16r	00:12:17		Retrabalho
18	Operador 1	Passagem do filme pelo bailarino	00:03:55		
19	Operador 1	Centralização do filme	00:06:23		
20	Operador 1	Ajustando a leitura da taca	00:13:38		
21	Operador 1	Confirmação no painel	00:01:43		
22	Operador 1	Reajustes do filme	00:07:23		
23	Operador 1	Confirmação no painel	00:03:34		
24	Operador 1	Ajustes do processo	00:56:25		Qualidade
<b>Total Operação</b>			<b>02:44:46</b>	<b>00:16:11</b>	

**Figura 2 – Registro de atividades antes da aplicação do SMED**

A troca do formato FDC 12r 30m para FDC 16r 30m, antes da aplicação da ferramenta SMED, teve um tempo de *setup* externo de 16 minutos e 11 segundos, e 2 horas, 44 minutos e 46 segundos de *setup* interno, totalizando 3 horas e 57 segundos de troca. O tempo programado pela equipe de engenharia para a realização desta troca é de 2,5 horas, contabilizando desde a

parada do equipamento até a fabricação de pacotes com qualidade aceitável, dentro de parâmetros de qualidade pré-estabelecidos pelos clientes. O tempo de *benchmarking*, ou referência de outras empresas, que se tem é de 45 minutos, de acordo com a equipe que tem experiências externas à empresa em questão.

A representação do diagrama de espaguete está indicada na



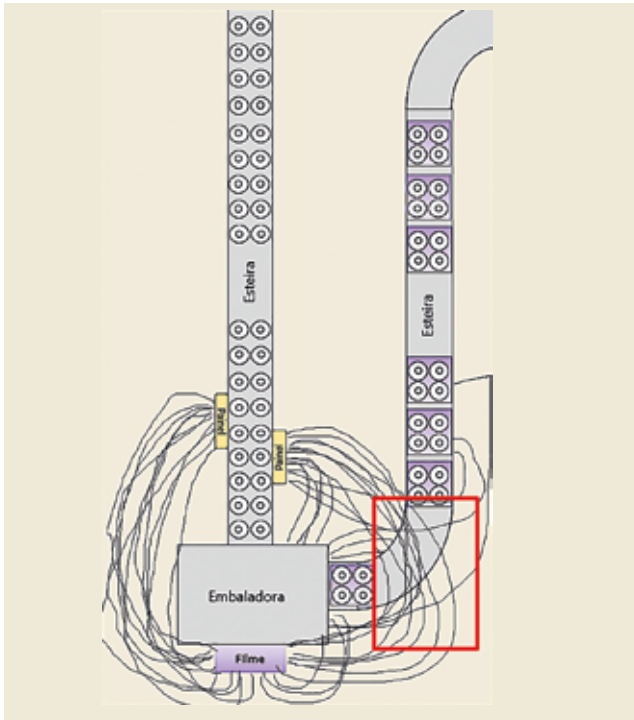


Figura 3. Diagrama de espaguete antes da aplicação do SMED

Figura 3, com o propósito de guiar a sistemática do procedimento ideal. Percebeu-se, através deste diagrama, que os operadores realizavam muitas movimentações desnecessárias, seja para buscar ferramentas que estavam em um carrinho afastado ou para retrabalho de posicionamento do filme.

Uma movimentação em especial mostrou-se até insalubre em termos de ergonomia, quando o colaborador estava programando o painel interno da máquina e precisava passar embaixo da esteira para reposicionar o filme, explicitada pela marcação vermelha na Figura 3.

A análise ECRS, representada pela Figura 4, eliminou oito tarefas consideradas retrabalho, reduzindo em 57 minutos de 35 segundos o tempo de *setup* da atividade de troca do formato 12r FDC 30m para o formato 16r FDC 30m. A redução do tempo de *setup*, provocada pelas outras modificações sugeridas para combinação de atividades, redução e simplificação, foi mensurada a partir da troca subsequente do mesmo formato.

Compreendeu-se que uma das maiores perdas de tempo no processo era a movimentação desnecessária, como explicitado pelo diagrama de espaguete (Figura 3), possivelmente ocasionada

Registro de atividades											
Data: 19/09/2018		Troca de formato 12r FDC 30m pra 16r FDC 30m		Tempo total da troca: 03:00:57				Classificação dos novos setups			
Sequência	Executante	Atividade	Tempo		ECRS				Tempo interno	Tempo externo	Movimentação
			Externo	Interno	Eliminar	Combinar	Reduzir	Simplificar			
1	Operador 1	Separação das ferramentas	00:13:42							X	
2	Operador 1	Separação do novo rolo de filme	00:02:29							X	
3	Operador 1	Mudando o código do produto no painel		00:00:40				X	X		
4	Operador 1	Abrir o step by step		00:00:31				X	X		
5	Operador 1	Substituição do prato do elevador		00:01:43			X		X		
6	Operador 1	Step by step		00:02:11				X	X		
7	Operador 1	Trocar os pentes		00:07:48			X		X		
8	Operador 1	Confirmação do que ele já fez		00:01:25			X				X
9	Operador 1	Operação do painel para ajustes da máquina em automático		00:04:10				X	X		
10	Operador 1	Troca da bobina do filme		00:02:32	X						X
11	Operador 1	Passagem do filme pelo bailarino		00:04:35				X	X		
12	Operador 1	Centralização do filme		00:05:13				X	X		
13	Operador 1	Ajustando a leitura da taca		00:16:19					X		
14	Operador 1	Confirmação no painel		00:00:53			X				X
15	Operador 1	Reajustes do filme		00:08:42	X				X		
16	Operador 1	Confirmação no painel		00:02:46			X				X
17	Operador 1	Retirada da peça do 16r		00:12:17	X				X		
18	Operador 1	Passagem do filme pelo bailarino		00:03:55	X				X		
19	Operador 1	Centralização do filme		00:06:23	X				X		
20	Operador 1	Ajustando a leitura da taca		00:13:38	X				X		
21	Operador 1	Confirmação no painel		00:01:43	X						X
22	Operador 1	Reajustes do filme		00:07:23	X				X		
23	Operador 1	Confirmação no painel		00:03:34	X						X
24	Operador 1	Ajustes de processo		00:56:25				X	X		
Total operação			00:16:11	02:44:46							

Figura 4 – Análise ECRS antes da aplicação do SMED


<b>Dados da troca</b>	Linha:	
	Data de troca:	
	Horário de troca:	
	Volume de troca (Fardos - SAP):	
	De SKU:	
	Para SKU:	
<b>Parar os equipamentos somente após a realização das tarefas externas</b>		
<b>TAREFAS EXTERNAS</b>		<b>CHECK</b>
Posicionar filme primário ao lado da CMW		<input type="checkbox"/>
Posicionar filme secundário ao lado da S15		<input type="checkbox"/>
Conferir ferramentas CMW:	Chave Allen 17/13	<input type="checkbox"/>
	Chave Allen 5	<input type="checkbox"/>
	Chave Allen 6	<input type="checkbox"/>
	Chave Allen 2,5	<input type="checkbox"/>
	Estilete	<input type="checkbox"/>
	Fita	<input type="checkbox"/>
Conferir ferramentas S15:	Trena	<input type="checkbox"/>
	Chave catraca 17	<input type="checkbox"/>
	Chave Allen 3	<input type="checkbox"/>
	Chave Allen 4	<input type="checkbox"/>
	Estilete	<input type="checkbox"/>
	Fita	<input type="checkbox"/>
<b>PÓS TROCA</b>		<b>CHECK</b>
Esvaziar excesso de produto das esteiras		<input type="checkbox"/>
Efetuar limpeza das máquinas		<input type="checkbox"/>
Seguir o passo a passo do book de parâmetros CMW		<input type="checkbox"/>
Seguir o passo a passo do book de parâmetros S15		<input type="checkbox"/>
Conferir parâmetros do formato de acordo com o book		<input type="checkbox"/>
Configurar etiquetadora de acordo com o produto		<input type="checkbox"/>
Alterar receita do robô		<input type="checkbox"/>
Refugar os primeiros fardos até que se atinja a qualidade esperada		<input type="checkbox"/>
<b>ETIQUETA DO FARDO</b>		
 AB12345678910		
Assinatura do operador de embalagem: _____		

Figura 5. Check list de pré e pós-troca

nada pelo fato de o operador não seguir uma sequência lógica de ações durante a troca. A partir da Análise ECRS (Figura 4), criou-se o *check-list* de pré e pós-troca, representado pela Figura 5, evitando retrabalho em diversos âmbitos, além de transformar *setups* internos em tarefas externas, e de reduzir criteriosamente o tempo utilizado para ajustes no processo após a realização das trocas de formato.

Concomitantemente, desenvolveu-se os *Books* de Parâmetros para diversos tipos de formato, como o 12r FDC 30m, representado pela Figura 6, cujos parâmetros de processo são especificados para uma máquina chamada CMW 525, utilizada para a produção de formatos 12r FDC e 16r FDC, sendo de 30m ou 60m. Ao finalizar a troca de formato, o colaborador deve programar o painel da máquina CMW 525 com os mesmos parâmetros que estão especificados no *Book*, como, por exemplo, velocidade da transportadora da alimentação, velocidade das correias aceleradoras e angulação dos soldadores laterais da máquina. Todos as métricas apresentadas nos *Books* de parâmetros foram testadas previamente a fim de reduzir desperdícios de tempo na programação do painel da máquina, almejando o padrão de qualidade exigido.

A implementação do SMED ocorreu em conjunto com as ferramentas 5S e *Poka-yoke*, o que também ajudou na redução dos tempos externos – na separação das ferramentas e preparação de insumos, como o filme da embalagem. O único investimento financeiro deste projeto foi a compra de dois carrinhos



Figura 6. Book de parâmetros do formato FDC 12r 30m

**Tabela 1 – Acompanhamento mensal das trocas de formato na linha de conversão**

Mês	Tempo realizado (h)	Tempo planejado (h)	Benchmarking (h)	Ganho (produção de fardos)	Ganho (R\$)
Março	5,17	2,50	0,75	-801	R\$ 20.025,00
Março	3,28	2,50	0,75	-234	R\$ 5.850,00
Junho	2,33	2,50	0,75	51	R\$ 1.275,00
Junho	2,00	2,50	0,75	150	R\$ 3.750,00
Julho	2,17	2,50	0,75	99	R\$ 2.475,00
Julho	1,08	2,50	0,75	426	R\$ 10.650,00
Agosto	0,92	2,50	0,75	474	R\$ 11.850,00
Agosto	1,30	2,50	0,75	360	R\$ 9.000,00
Setembro	1,80	2,50	0,75	210	R\$ 5.250,00
Outubro	2,00	2,50	0,75	150	R\$ 3.750,00
Outubro	2,50	2,50	0,75	0	R\$ 0,00
Outubro	0,77	2,50	0,75	525	R\$ 13.125,00

de ferramentas especificamente para as trocas no gofrador e na embaladeira, de modo que o operador não mais necessita de solicitar ferramentas na oficina a cada troca.

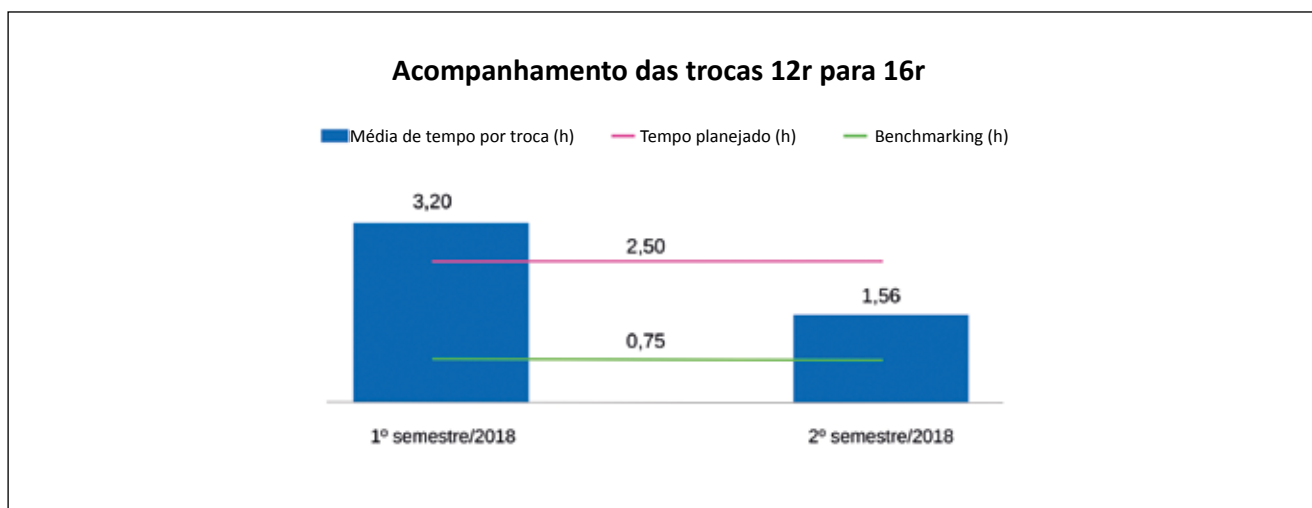
No que versa os termos financeiros e de produtividade, a taxa de produção da linha de conversão analisada é, aproximadamente, 300 fardos/hora, visto que a máquina é fabricada com tecnologia de ponta. Tendo em mãos os dados fornecidos pela Gerência *Tissue* da empresa deste estudo de caso, cada fardo do formato 16r FDC 30m é vendido por R\$ 25,00. Logo, cada hora de produção equivale a um retorno financeiro de R\$ 7.500,00.

Na Tabela 1, apresenta-se o acompanhamento de todas as trocas de formato 12r FDC 30m para 16r FDC 30m realizadas na linha de conversão de papel *tissue* examinada em sete meses. As colunas de ganho ou prejuízos em produção de fardos e em reais estão sendo comparadas com as métricas dentro do tempo planejado.

O resultado de todas as ações explicitadas neste trabalho, aplicadas em exatamente 12 trocas subsequentes para os formatos FDC 12r 30m e FDC 16r 30m, foi um tempo recorde na última troca registrada de 46 minutos e 35 segundos, ou 0,77 horas, incluindo os tempos de ajuste do processo – conforme exposto na Tabela 1. Tal redução dos tempos de *setup* comparada à primeira troca destes formatos é equivalente a 74,1%.

No gráfico da Figura 7 é exibida a mudança de patamar dos tempos médios de troca para estes formatos antes da implementação da ferramenta SMED – no primeiro semestre de 2018 – e depois – no segundo semestre de 2018 –, realizando comparações com o tempo planejado de 2,5 horas e o tempo de *benchmarking* de 45 minutos, ou 0,75 horas.

Antes da implementação da ferramenta SMED, o tempo médio de cada troca para os formatos FDC 12r 30m e FDC 16r



**Figura 7. Gráfico de acompanhamento dos tempos médios de troca antes (1.º semestre/2018) e depois da implementação da metodologia SMED (2.º semestre/2018).**



30m tangiam 3,20 horas/troca. E, com base no cumprimento das ações propostas em reuniões em conjunto com o time de operação responsável pela atividade de troca na embaladeira, conteve-se o tempo médio de *setup* das trocas para estes formatos a 1,56 horas/troca. Isto posto, é possível inferir que a redução dos tempos médios de troca dos formatos FDC 12r 30m para FDC 16r 30m, a partir da aplicação da ferramenta SMED, é de 51,3%, em apenas sete meses de acompanhamento.

Nestes termos, pelo tempo de *setup* realizado na primeira troca analisada – 3 horas e 57 segundos – a oneração foi de, aproximadamente, R\$ 22.500,00 e 900 fardos a menos na produção do dia. Porém, em consequência à aplicação da ferramenta SMED, foi factível a redução desta oneração a aproximadamente R\$ 5.625,00 na última troca registrada – em que o tempo de *setup* foi de 46 minutos e 35 segundos – e o aumento na produção foi em torno de 675 fardos, em comparação à primeira troca analisada.

## CONCLUSÃO

Apesar das vantagens e eficiências nos estudos da implementação da ferramenta SMED em diferentes tipos de indústrias, a escala de utilização do método ainda não atingiu tipos de indústrias específicos, não sendo comum encontrar registros científicos de indústrias de papel e celulose que utilizam esta ferramenta, rotineiramente, na redução de tempos de troca de

programação. Sendo, então, uma oportunidade de escalabilizar a ferramenta SMED para processos produtivos mais complexos.

Um dos maiores desafios da implementação da ferramenta SMED na indústria de papel *tissue* foi a necessidade de mudança comportamental na equipe de trabalho. É necessário que a ferramenta de redução de desperdícios da metodologia *Lean Manufacturing* esteja intrínseca ao processo, bem como aos responsáveis pela atividade, que são o pilar principal para o sucesso da implementação do SMED (SHINGO, 1985). O segundo maior desafio desta pesquisa-ação foi a adequação às flutuações do mercado de bens de consumo para planejamento das atividades pré-troca, que muitas vezes ocorriam fora do horário comercial devido à demanda imediatista dos clientes.

Conclui-se, então, que pesquisas na área de estudo necessitam ser continuadas, pois os registros apresentados da ferramenta demonstram ser altamente viáveis, visto que, a redução dos tempos de *setup* atingiu um valor de 74,1%, muitas vezes com custo de aplicabilidade tendendo a zero. Este resultado refletiu em uma economia de R\$ 16.875,00 e 675 fardos produzidos por cada pausa na operação para realização desta troca de formato. A ferramenta se destaca em meio às outras do *Lean Manufacturing*, especialmente por ser um método rápido e eficiente, e que, ao mesmo tempo, é de melhoria contínua e pode ser agregado a outras ferramentas, como apresentado neste estudo de caso: o 5S e *Poka-yoke*. ■

## REFERÊNCIAS

- ANDERE, G. Implantação de técnicas de redução do tempo de *setup* e de sustentabilidade das melhorias obtidas: um caso de aplicação. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil, 2012.
- COSTA, I. A. Aplicação da metodologia SMED numa linha de CNC de produção de mobiliário. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia – Universidade de Porto, Porto, Portugal, 2015.
- CRUZ, N. M. P. Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plástico. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Braga, Portugal, 2013.
- GASPAR, N. *Consumo de Papel Higiênico no Brasil*. London, UK: Nielsen Books Research, 2011.
- HINES, P.; TAYLOR, D. *Going Lean: A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.
- INDÚSTRIA HOJE. Indústria: indicadores de papéis *tissue* no Brasil, 2021. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/industria-indicadores-de-papeis-tissue-no-brasil>>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- LEVINSON, W. A. *Henry Ford's lean vision: Enduring principles from the first Ford Motor Plant*. Productivity Press, 2002.
- OHNO, T. *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. New York: Productivity Press, 1994.
- PINTO, J. P. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel – Edições Técnicas Ltda., 2009.
- SHINGO, S. A. *Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Translated by Andrew P. Dillon. Portland, Oregon: Productivity Press, 1985.
- SHINGO, S. *Non-stock Production: The Shingo System for continuous improvement*. Cambridge, MA: Productivity Press, 1998.
- SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Trad. Eduardo Schaen. 1.ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman, 1996.
- SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2007.
- TISSUE ONLINE. Alta de custos e crise econômica prejudicam o mercado de papel *tissue*. 2021. Disponível em: <<https://tissueonline.com.br/alta-de-custos-e-crise-economica-prejudicam-o-mercado-de-papel-tissue/>>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. 2nd edition. – New York: Free Press, 2003.