

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

HENRIQUE AKIO MIYAMOTO

**ESTUDO DE APLICAÇÕES ATUAIS E FUTURAS DE TÉCNICAS  
DE REDUÇÃO DE TEMPO *SETUP***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2018

HENRIQUE AKIO MIYAMOTO

ESTUDO DE APLICAÇÕES ATUAIS E FUTURAS DE TÉCNICAS DE REDUÇÃO  
DE TEMPO SETUP

Monografia do Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Tcc2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes.

CURITIBA

2018

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa " ESTUDO DE APLICAÇÕES ATUAIS E FUTURAS DE TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TEMPO SETUP", realizado pelo aluno HENRIQUE AKIO MIYAMOTO, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Tcc2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Paulo Antonio Reaes, Dr.

DAMEC, UTFPR

Orientador

Prof. Osvaldo Verussa Junior, M.

DAMEC, UTFPR

Banca

Prof. Cleina Yayoe Okoshi, Dr.

DAMEC, UTFPR

Banca

Curitiba, Dezembro de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, eu agradeço aos meus pais, por todo o incentivo educacional, apoio emocional e ao amor incondicional. À minha namorada pelo incentivo, por todos os momentos de compreensão e as horas disponibilizadas, me ajudando a produzir esse trabalho. Ao professor Paulo Reaes, agradeço pela orientação, pessoal e acadêmica, e o conhecimento transmitido.

Também agradeço a instituição UTFPR por todas as oportunidades que me proporcionou.

*“O que me preocupa não é o grito dos maus. É o silêncio dos bons.”*

Martin Luther King

## RESUMO

Miyamoto, Henrique. ESTUDO DE APLICAÇÕES ATUAIS E FUTURAS DE TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TEMPO SETUP. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso Tcc2, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A demanda por produtos com elevada qualidade e baixo custo promove uma alta concorrência entre empresas. Por esse motivo, a aplicação de técnicas que aumentem a eficiência de processos sem prejudicar a qualidade do produto são altamente desejadas. Uma das ferramentas que podem ser aplicadas para atingir esse objetivo são as técnicas de redução de tempo de *setup*, que além de diminuir o tempo necessário para operações de *setup*, possibilita a fabricação de pequenos lotes, provoca diminuição de estoques e, também, aumenta a flexibilidade de uma linha produtiva. Este trabalho estudou quais são os autores mais relevantes sobre esse tópico, quais são as técnicas mais utilizadas na atualidade e os retornos evidenciados. Foi identificado por esse trabalho, entre outras conclusões, que as técnicas mais utilizadas são a otimização de fixação, otimização de operações e as operações paralelas.

**Palavras-chave:** SMED, troca rápida de ferramentas, redução de tempo de *setup* e produção em pequenos lotes

## ABSTRACT

Miyamoto, Henrique. ESTUDO DE APLICAÇÕES ATUAIS E FUTURAS DE TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TEMPO SETUP. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso Tcc2, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Demand for quality and low-cost products promotes a competitive advantage for companies. For this reason, an application of techniques that increase the efficiency of the processes without harming the quality of the product are highly desired. One of the tools that can be applied to achieve this goal is the quick changeover, which, in addition to reducing the time required for setup operations, allows the production of small batches, causes inventory reduction, and also increases the flexibility of a productive line. This paper studied which are the most relevant authors on this topic, which are the techniques most used today and the returns evidenced. It was identified by this work, among other conclusions, that the most used techniques are the optimization of machine fixation, optimization of operations and the parallel operations.

**Keywords:** SMED, *Changeover*, Single Minute Exchange of Die, Quick Changeover, Setup Reduction, Toyota Production System, Lean Tools.

## **LISTA DE SIGLAS**

AV	Atividades que agregam valor
NAV	Atividades que não agregam valor
NNAV	Atividades que não agregam valor, mas são indispensáveis.
STP	Sistema Toyota de Produção
SMED	Single minute Exchange of die
PoP	Publish or Perish
TRF	Troca rápida de ferramentas
TPM	Manutenção Produtiva Total



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Top 10 Palavras-chave mais utilizadas	50
Tabela 2 - Quantidade de trabalhos por autor	51
Tabela 3 - Autores com o maior número de trabalhos	52
Tabela 4 – Trabalhos mais referenciados por ano (Categoria 2)	57
Tabela 5 - Técnicas mais utilizadas	60

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorização de valor (Quadro) .....	19
Quadro 2- Comparação autores .....	28
Quadro 3 - Comparação aplicações SMED .....	30
Quadro 4 – Colunas bando de dados PoP .....	43
Quadro 5– Filtro aplicado .....	44

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Histórico evolutivo de produção .....	18
Figura 2 - Exemplo de fluxo de valor.....	19
Figura 3 - Estágios conceituais SMED .....	24
Figura 4 - Exemplo de juntas de fixação .....	25
Figura 5 - Aplicação das técnicas de redução de tempo de <i>setup</i> .....	27
Figura 6 - Fluxograma da estruturação do trabalho .....	33
Figura 7 - Fluxograma da metodologia aplicada .....	35
Figura 8 – <i>Layout Publish or perish</i> .....	38
Figura 9 – Layout publish or perish (Google Scholar) .....	39
Figura 10 – Processamento de informações .....	39
Figura 11 – Exportar os documentos .....	40
Figura 12 - Filtro aplicado.....	42
Figura 13 – Categorias de artigos encontrados.....	46
Figura 14 – Quantidade de citações dos trabalhos práticos SMED .....	48
Figura 15 - Quantidade de publicações de trabalhos práticos por ano .....	49
Figura 16- Quantidade de citações por autores e quantidade de trabalhos publicados .....	53
Figura 17 –Número médio de citações por ano por autor .....	55
Figura 18 – Antes vs depois da aplicação do SMED.....	62
Figura 19 - Porcentagem de melhoria alcançada.....	63
Figura 20 – Análise de tendência.....	64

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1.	CONTEXTO	12
1.2.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	13
1.3.	OBJETIVOS	14
1.3.1.	Objetivos gerais	14
1.3.2.	Objetivos específicos	14
1.4.	JUSTIFICATIVA	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>16</b>
2.1.	HISTÓRIA DO LEAN MANUFACTURING	16
2.2.	PRINCIPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA	18
2.3.	METODOLOGIA SMED	21
2.3.1.	História do SMED	21
2.3.2.	Estágios conceituais do SMED	22
2.4.	TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TEMPO DE <i>SETUP</i>	25
2.5.	APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA	29
2.6.	PRODUÇÃO DE PEQUENOS LOTES E CORRIDAS CURTAS	29
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
3.1.	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	33
3.2.	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO	34
<b>4</b>	<b>OBTENÇÃO DOS DADOS</b>	<b>37</b>
4.1.	PUBLISH OR PERISH (PoP)	37
4.2.	PARAMETROS	41
4.3.	PoP & EXCEL	43
4.4.	FILTRO DOS DADOS E DOWNLOAD DOS ARTIGOS	45
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>48</b>
5.1.	PUBLICAÇÕES E CITAÇÕES POR ANO	48
5.2.	VALIDAÇÃO PALAVRAS-CHAVE	50
5.3.	AUTOR MAIS RELEVANTE	51
5.4.	TÉCNICAS MAIS UTILIZADAS	58
5.5.	ANÁLISE DE TENDÊNCIA	63
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>70</b>

<b>ANEXO B</b> .....	<b>80</b>
<b>ANEXO C</b> .....	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado uma breve contextualização sobre o mercado de produção, sobre a manufatura enxuta e como ela se relaciona com as técnicas de redução de tempo de *setup*. Em seguida, quais os problemas encontrados, e, com base neles, os objetivos gerais e específicos que este trabalho se propõe a responder.

## 1.1. CONTEXTO

De acordo com Martins (2003), o crescente aumento do mercado produtivo provoca nas indústrias uma constante necessidade de adaptação para que elas sejam capazes de prosperar. A existência de uma grande variedade de produtos concorrentes, resposta a necessidades do mercado, aliado a uma obrigação por entregar com qualidade e com preços competitivos, torna a ausência de desperdícios um grande diferencial para uma empresa.

Em 1945, após a segunda guerra mundial, em um momento de competição produtiva, a Toyota reestruturou seu sistema produtivo reduzindo seus desperdícios e aplicando técnicas de manufatura enxuta. Dessa forma, a empresa não apenas superou as dificuldades de um cenário precário, como chegou a se tornar a maior montadora de automóveis do mundo (ANDERE, 2012).

Desde então, as técnicas para redução e eliminação de desperdícios evoluíram e o sistema produtivo passou a utilizar inúmeras ferramentas para uma produção enxuta.

As ferramentas de produção enxuta possibilitam que as empresas detenham uma visão ampla e clara dos recursos disponíveis, internos e externos, de modo que elas sejam constantemente informadas das mudanças de mercado, tornando as empresas mais flexíveis (FONSECA, 2017).

Por outro lado, a flexibilidade e a personalização de produtos promovem um aumento significativo nas operações de *setups*, conforme será explicado em capítulos posteriores.

Segundo Flogliatto e Fagundes (2003) a redução do tempo de *setup* ou *changeover*, como citado por alguns autores, pode promover melhorias na redução de estoque, redução de tamanho mínimo de lote produzido, ociosidade de máquinas e, também, diversidade de produção, promovendo redução de custos e aumento de produtividade. Essas são características fundamentais para serem implementadas em uma companhia que deseja possuir uma manufatura enxuta.

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou Troca rápida de ferramentas (TRF) tem como objetivo descomplexificar operações, reduzir tempos de *setup* e melhorar a qualidade do *setup* em máquinas; sendo o tempo utilizado em uma operação de *setup* um claro exemplo de desperdício que deve ser minimizado (SOUSA, CARVALHO e ALVES, 2009).

## 1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Para companhias, estar ciente das tendências e inovações industriais e aplicá-las corretamente provoca um ganho competitivo, acompanhado de redução de custos e aumento de produtividade – pois haverá uma exclusividade de processos, produtos e serviços para aquele que está disposto a compreender e aceitar os riscos que novas tecnologias e métodos proporcionam.

Para as empresas, possuir vantagens de manufatura é essencial para uma maior competitividade em diferentes seguimentos de mercado como nos setores automobilístico, aeronáutico, de beneficiamento de óleo e gás, entre outros. Por esse motivo, técnicas de redução de tempo de *setup* são amplamente aplicadas, buscando uma maior eficiência no processo de produção, criação de produtos de qualidade, rapidez, flexibilidade, redução do tamanho de lotes e de estoques (MARTINS, 2003).

Portanto, para o aprimoramento da produção enxuta, existe uma contínua necessidade de conhecer quais são os autores referência em redução de tempo de

*setup*, quais as novas técnicas utilizadas na indústria e quais delas possuem um maior retorno para as empresas. Uma vez que a aplicação desses conhecimentos pode promover excelentes melhorias em uma empresa.

### 1.3. OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos deste trabalho, separados em objetivos gerais e específicos, e a justificativa de realização do mesmo.

Serão analisados como base autores de referência em técnicas de *setup* como McIntosh (1996) e Shingo (1985) e outros possíveis autores com abordagens mais modernas e inovadoras.

#### 1.3.1. Objetivos gerais

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo bibliográfico analisando as técnicas de redução de tempo de *setup* em processos industriais, que apresentaram impactos na indústria, quais os retornos e vantagens competitivas que essas técnicas trouxeram.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- I. Realizar um levantamento dos trabalhos mais relevantes;
- II. Quantificar quais as técnicas mais utilizadas atualmente na indústria, através de pesquisas em artigos e trabalhos recentes;
- III. Analisar criticamente as informações obtidas, junto com as referências de literatura, e fazer um estudo de aplicações atuais e futuras técnicas de redução de *setup*;
- IV. Identificar os resultados que a implementação das técnicas possui, novamente através de pesquisas em artigos e trabalhos.



#### 1.4. JUSTIFICATIVA

Este trabalho é uma grande oportunidade de aplicação dos conceitos presentes na ementa do curso de Engenharia Mecânica, diretamente ligados à gestão da produção e indiretamente ligados a ferramentas e equipamentos da indústria mecânica. Sendo o tempo de *setup* um fator de extrema importância para atingir uma manufatura mais enxuta, possibilitando uma produção flexível, com lotes únicos e personalizáveis.

Outro ponto de grande relevância, é a contribuição acadêmica-científica que um estudo de tendência gera, sendo um material de suporte didático e um material prático para uma análise das técnicas disponíveis na indústria e suas aplicabilidades.

Por fim, um trabalho científico que finaliza um ciclo acadêmico de ensino superior, gera conhecimento científico e, também, aplicação das diversas ferramentas de pesquisa apresentadas durante a graduação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão expostos os conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho proposto.

Serão apresentados conceitos de manufatura enxuta, o histórico do *Lean Manufacturing*, princípios e técnicas utilizadas para aplicação da metodologia SMED e a importância da fabricação em pequenos lotes.

### 2.1. HISTÓRIA DO LEAN MANUFACTURING

Após a segunda guerra mundial, o Japão se encontrava economicamente afetado e possuía um sistema produtivo desfalcado comparado com as potências econômicas da época. Em 1949, em função de uma grande queda nas vendas de seus produtos, a *Toyota Motor Company* foi obrigada a demitir grande parte da sua força de trabalho (WOMACK, JONES e ROOS, 1990).

A *Toyota*, no Japão, protagonizou o início da produção enxuta com o Sistema Toyota de Produção (STP). Em 1950, o engenheiro Eiji Toyota se mudou temporariamente para os Estados Unidos, com o objetivo de aprender o modelo de produção em massa que os Estados Unidos utilizavam. Com outro engenheiro, Taichi Ohno, foi iniciada a filosofia do Sistema Toyota de Produção, um sistema diferente da produção em massa, pois eles acreditaram que o modelo americano não funcionaria no Japão, mas poderia ser adaptado, melhorado e implementado com sucesso, sendo criado o *Lean Manufacturing* (WOMACK, JONES e ROOS, 1990).

Para os mesmos autores, a produção enxuta foi inovadora e diferenciava-se muito dos antigos sistemas produtivos anteriores: a produção artesanal e a produção em massa.

Para Doro (2014), a produção artesanal é composta de artesãos altamente especializados, que produzem cuidadosamente um pequeno número de produtos. Os artesãos precisam entender os sistemas, os projetos e os materiais utilizados, o que

possibilita a produção de produtos customizados, mas com um preço maior, um tempo de produção mais elevado e uma baixa capacidade produtiva por operário. Mesmo assim, uma produção quase artesanal ainda é utilizada, por exemplo, na produção de carros de luxo como *Aston Martin* e *Ferrari*.

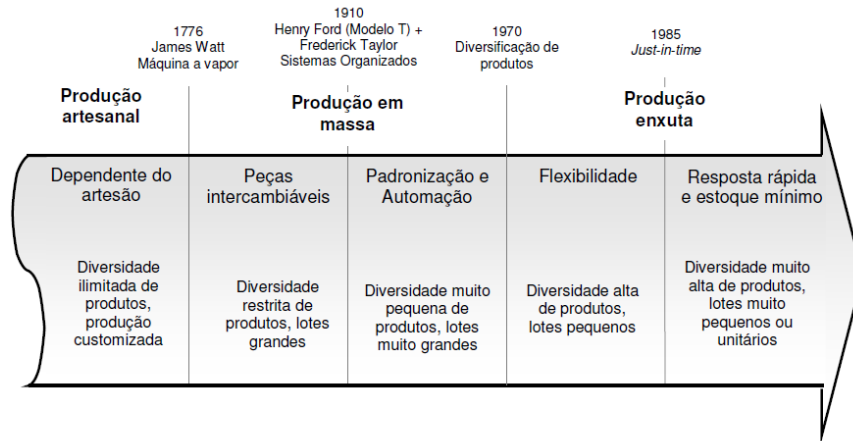
A produção em massa teve seu período de transição após a Primeira Guerra mundial – depois de sua implementação, o custo produtivo por unidade de produto foi reduzido drasticamente, visto que o volume de produção aumentou. Esse método produtivo utilizava trabalhadores minimamente qualificados para que exercessem atividades repetitivas em máquinas especializadas com funções únicas.

Um grande volume de produtos padronizados e de menor custo eram manufaturados, mas, devido ao formato de produção, não era possível personalizar esses produtos ou realizar uma produção mais flexível. Esse método produtivo, a produção em massa, foi protagonizado por Alfred Sloan (GM) e Henry Ford (FORD) (DORO, 2009).

Para Womack, Jones e Roos (1990), a produção enxuta, por outro lado, utiliza os pontos positivos de ambos os métodos produtivos com funcionários qualificados capazes de desenvolver diferentes tarefas dentro de uma empresa e com máquinas automatizadas; a produção enxuta também se preocupa na eliminação de desperdícios e na utilização de todos os recursos disponíveis. A junção desses fatores promove uma produção flexível e capaz de manufaturar diferentes produtos, mantendo uma elevada produção e baixos estoques.

A Figura 1 demonstra a evolução dos métodos produtivos em cada época, iniciando pela produção artesanal, até 1776; o começo da utilização da máquina a vapor, o que simbolizou o início da produção em massa; o estabelecimento da produção enxuta em 1970, com a necessidade de diversificação de produtos; em 1985 o conceito de *just-in-time* apareceu, com uma proposta de respostas rápidas e estoque mínimo, maximizando as premissas da produção enxuta.

**Figura 1 - Histórico evolutivo de produção**



**Fonte: DORO, 2009.**

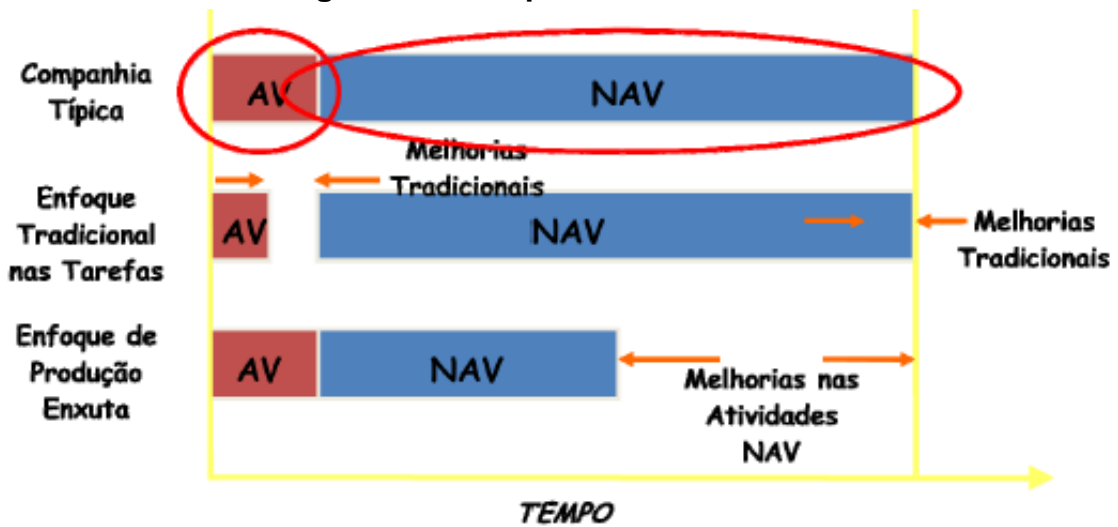
## 2.2. PRINCIPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

A manufatura enxuta visa a redução de desperdícios dentro de empresas, deixando os processos mais ágeis e organizados, possibilitando o ciclo de melhoria contínua dentro de uma organização. Deste modo, produz-se mais produtos com menos recursos e pode-se oferecer produtos diferenciados conforme as necessidades dos clientes (FONSECA, 2017).

Para Flogliatto e Fagundes (2003), o *Lead time*, intervalo de tempo entre pedido até a chegada do produto, é um critério de extrema importância e interfere em todos processos de uma empresa – investimentos para diminuição do *lead time* são diretamente relacionados com o custo e agregação de valor para o consumidor. O *lead time* é impactado por diversos fatores, como os métodos não otimizados e os processos que não agregam valor.

Desse modo, é de grande importância a identificação das perdas nos processos produtivos, particularmente nas organizações focadas no aumento do lucro e na redução de custos. Para Shingo (1996), perdas são atividades que não agregam valor ao produto ou ao processo e é possível caracteriza-las em três principais tipos de atividades, que são identificadas na Figura 2 e no Quadro 1.

Figura 2 - Exemplo de fluxo de valor.



Fonte: Andere (2012).

O Quadro 1 descreve as características de cada processo e o que as siglas da respectiva figura significam.

**Quadro 1 - Categorização de valor (Quadro)**

Categoria	Descrição
Atividades que agregam valor (AV):	São atividades que modificam a forma ou a qualidade do produto, aumentando o valor do item que o cliente está disposto a pagar.
Atividades que não agregam valor (NAV):	São aquelas atividades que não geram valor, entretanto são necessárias para o funcionamento de operações, onde não existe um benefício do ponto de vista do cliente. Atividades que não agregam valor devem ser minimizadas, como as atividades de <i>setup</i>
Atividades desnecessárias que não agregam valor (NNAV):	São as atividades desnecessárias, que devem ser identificadas e eliminadas, que não agregam valor ao produto nem são necessárias.

Fonte: Adaptado Shingo (1985).

Identificar os tipos de desperdício, para Ohno, (1997), é outro fator primordial para a implementação da produção enxuta, uma vez que são atividades que não agregam valor.

Segundo Ghinato (2000), o desperdício pode ser categorizado em sete tipos:

- i. *Superprodução*: Perda devido à produção exacerbada (com um volume maior que o programado) ou produzir de forma antecipada (produção antes do período necessário).
- ii. *Espera*: É o período que um produto espera a continuidade do fluxo produtivo. É um intervalo de tempo que nenhuma atividade que agrega valor é realizada.
- iii. *Transporte*: Movimentação de materiais de um lado para o outro. Também é considerado uma atividade que não agrega valor e deve ser minimizada.
- iv. *Processamento inadequado*: Ocorre quando o processo produtivo não está em uma condição ideal (excesso de etapas de processamento ou nível de qualidade desnecessário).
- v. *Estoque*: É uma perda por disponibilidade desnecessária de matéria prima.
- vi. *Movimentação*: Movimentos desnecessários do operador.
- vii. *Fabricação de Produtos defeituosos*: É a consequência da produção com uma qualidade fora dos requisitos mínimos necessários.

Existem diversas técnicas e ferramentas que auxiliam na implantação da produção enxuta. Elas buscam reduzir ou eliminar as atividades que não agregam valor.

Dentre essas técnicas e ferramentas podem-se destacar: o *Kanban*, a Manufatura Celular, o *Setup* rápido, o 5S, a Manutenção Produtiva Total (TPM), o *Poka-Yoke*, o *Kaisen* e o *takt time*. Sendo o *Setup* rápido o objeto de estudo deste trabalho (FONSECA, 2017).

Esse ganho de tempo produtivo pode acontecer por três principais razões: Elevados tempos de *setup* estimulam lotes de fabricação maiores aumentando gastos com estoque; as técnicas de TRF (Troca rápida de ferramenta) diminuem a possibilidade de erros na regulação dos equipamentos; com a redução de tempo de *setup* haverá um aumento do tempo de produção do equipamento (FOGLIATTO e FAGUNDES, 2003).

## 2.3. METODOLOGIA SMED

A metodologia SMED, do inglês *Single-Minute Exchange of Die* ou *Single-Minute Setup*, se refere a uma técnica para realizar operações de *setup* em um tempo inferior a dez minutos. Em português ela é conhecida como TRF – troca rápida de ferramentas.

### 2.3.1. História do SMED

A melhor opção para diminuição de tempo de troca de ferramentas seria a de não as trocar, mas caso a troca seja fundamental, se faz necessário focar em realizar a operação em menos de um dígito, em minutos. Apesar de não ser sempre viável realizar um *setup* em menos de 10 minutos, é sempre possível realizar diminuições no tempo de *setup* (SHINGO, 1985).

Também para Shingo (1985), a metodologia SMED marca um ponto de mudança na história do progresso econômico. Ela levou dezenove anos para ser desenvolvida, sendo iniciada em 1950, por um estudo de melhoria pela *Tokyo Industries*.

Segundo o mesmo autor, foi percebido que existem dois tipos de operação de *setup*: **setups internos**, que só podem ser realizados quando a máquina está desligada e **setups externos**, que podem ser feitos enquanto a máquina está em funcionamento. Com essa separação, o estaleiro da *Mitsubishi*, em 1957, foi capaz de ter um ganho de cerca de 40% para esse tipo de operação.

Com a utilização da ferramenta SMED, a *Toyota Motors Company* conseguiu reduzir o tempo de *setup* consideravelmente, um exemplo é para uma prensa de mil toneladas: o tempo inicial era de quatro horas, sendo reduzido para uma hora e meia e, posteriormente, para três minutos.

### 2.3.2. Estágios conceituais do SMED

Shingo (1985) afirma que, em processos de *setup* convencionais, a separação de operações internas e externas são confusas, sendo realizadas operações externas em *setups* internos, aumentando o tempo ocioso das máquinas.

A utilização de um cronometro para o mapeamento das atividades é uma das melhores ações para análise do tempo utilizado em cada operação de *setup*. Outros métodos seriam: verificação por amostragem, entrevistas com operadores e gravações em vídeo do processo que é o objeto de estudo.

Os quatro estágios a seguir, e representado pela Figura 3, são etapas progressivas para que melhorias possam ser introduzidas (SHINGO, 1985):

- ✓ **Estágio 1:** *Setup* interno e externo não diferenciados.

É o estágio preliminar, em que operações de *setup* interno e externos podem ser misturadas, causando desperdícios de tempo devido a preparações desnecessárias e tempo de máquina ociosa.

- ✓ **Estágio 2:** Separação de *setup* interno e externo.

Um dos passos mais importantes para o SMED é a separação do *setup* interno e externo, por exemplo, operações de separação de partes não devem ser realizadas com um equipamento parado, pois é uma clara operação de *setup* externo.

Analisando criteriosamente as operações externas de *setup*, o tempo de *setup* interno pode ser reduzido entre 30%-50%.

Nesse estágio pode-se utilizar, como ferramenta, um *Checklist* para obtenção de informações sobre operação e operadores, checando erros de forma visual facilmente (caso erros ocorram).

- ✓ **Estágio 3:** Conversão de *setup* interno em externo.

Mesmo com uma redução de 30-50% de *setup* interno, essa redução não é suficiente para a implementação do SMED.

Por conta disso, realizar a conversão de *setups* envolvem duas etapas:



1. Reexaminar operações para identificar quais delas podem estar sendo erroneamente utilizadas como operações internas.
2. Encontrar métodos de conversão para essas operações.

✓ **Estágio 4:** Mapeamento de todos aspectos da operação de *setup*

Apenas quando os primeiros dois estágios forem aplicados e bem-sucedidos é que o estágio quatro pode ser realizado. Este estágio é uma análise detalhada de cada elemento de operação.

Algumas das melhorias mais bem-sucedidas encontradas ao longo dos anos foram:

1. Separação bem definida de *setup* interno e externo;
2. Conversão de *setup* interno para externo;
3. Eliminação de ajustes;
4. Fixação sem parafusos.

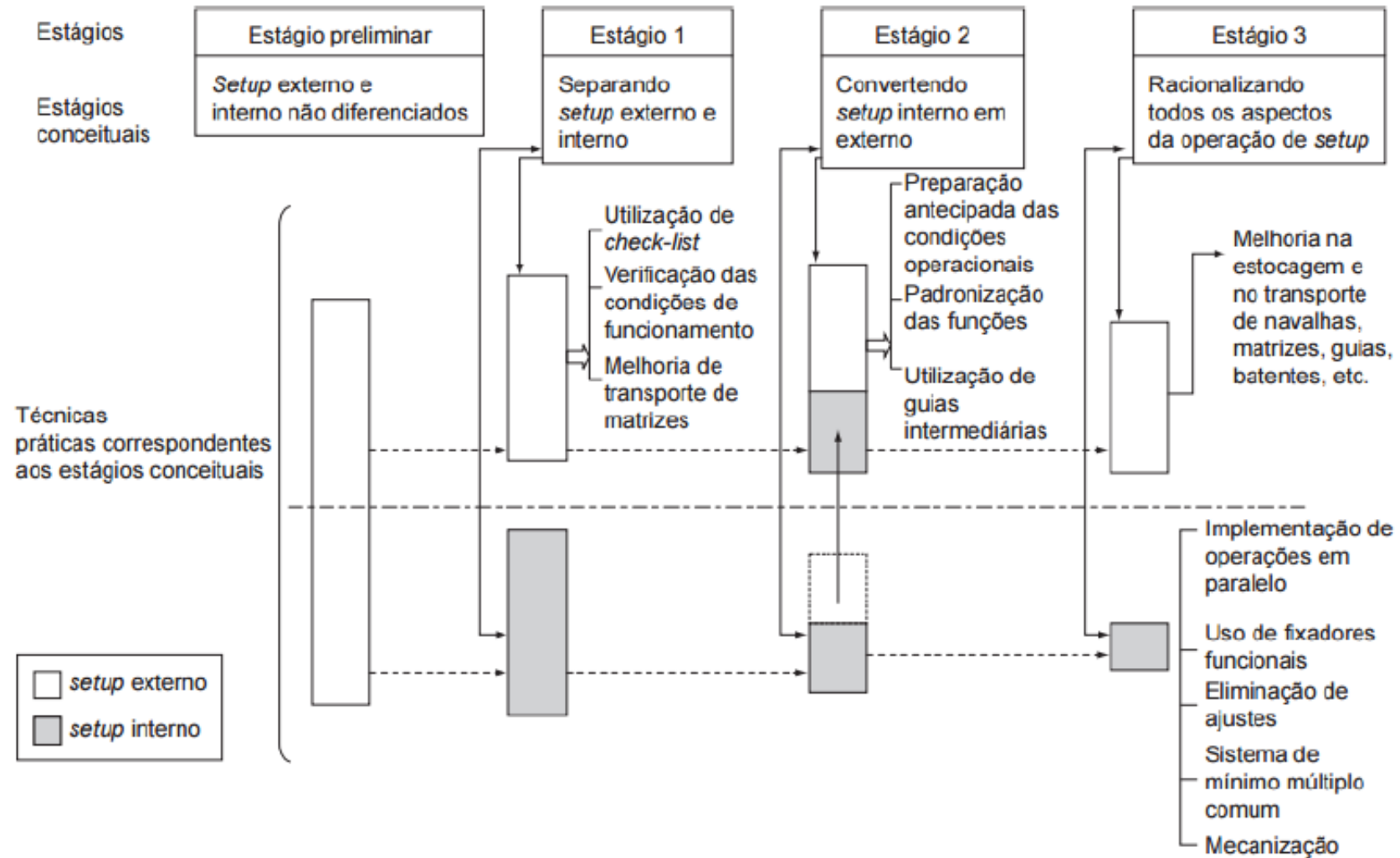
A *Toyota Motor Company* e a *Mitsubishi Heavy Industries* possuem exemplos de diminuição de tempo de *setup* – para a *Toyota*, o tempo de *setup* para *bolt-maker*<sup>1</sup> de oito horas necessárias passou para cinquenta e cinco segundos. Para a *Mitsubishi*, a variação foi de vinte e quatro horas para dois minutos e quarenta segundos para a máquina de *six arbor boring machine*<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> *Bolt Maker* é uma prensa utilizada para a manufatura de fixadores.

<sup>2</sup> *Arbor Boring Machine* é o nome dado para o mandril da máquina especializada em operações de canais de tuneis.

Figura 3 - Estágios conceituais SMED



Fonte: VAINE, 2016.

## 2.4. TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TEMPO DE *SETUP*

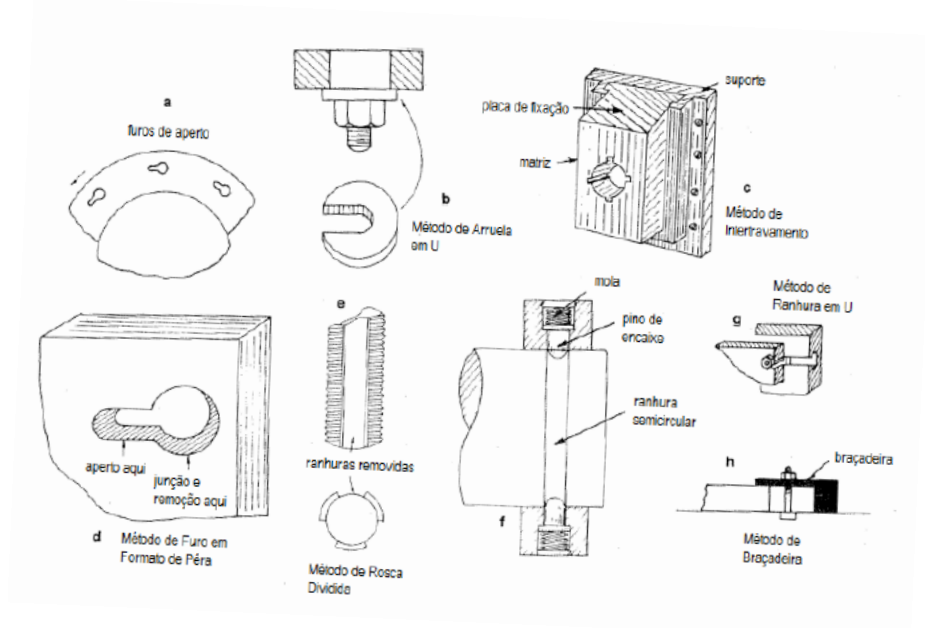
Shingo (1985) cita um total de oito técnicas para redução de tempo de *setup*, sendo as 3 primeiras técnicas de 2 a 4: Separação de *setups* internos e externos; conversão de *setup* interno em externo e mapeamento de todos os aspectos da operação de *setup*. Além das citadas anteriormente, outras técnicas são:

### 5. Utilização de grampos funcionais ou eliminação de grampos

A não utilização de grampos ou utilização de grampos funcionais tem como objetivo gerar o mínimo trabalho para fixar peças ou componentes. A analogia utilizada é a de comparar grampos com juntas parafusadas com porcas, em que, caso aja 50 filetes de rosca, os 50 devem estar roscados para que aja fixação.

A proposta do autor é utilizar juntas com mecanismo de fixação de um movimento, que possam ser fixadas em segundos, como os mostrados na Figura 4: Furos de aperto; arruela em u; furo em formato de pera e etc.

**Figura 4 - Exemplo de juntas de fixação**



Fonte: Shingo (1996)

## 6. Utilização de dispositivos intermediários

Para este método, alterações devem ser executadas para diminuir o *setup* interno, utilizando dispositivos intermediários. Durante a produção de uma peça, o operador deve realizar operações em uma outra mesa ou máquina, de modo que, quando a peça que está sendo processada for finalizada, a próxima peça esteja disposta e de fácil acesso para ser instalada.

Com a utilização de dispositivos intermediários, diminui-se o tempo de operações realizados com a máquina parada. O autor recomenda, também, a utilização de grampos com mecanismo de um movimento para fixação nesse processo.

## 7. Adotar operações paralelas

Segundo o autor, operações em uma máquina devem ser preferencialmente realizadas simultaneamente por dois ou mais operadores, em lados diferentes do equipamento. Pois, em geral, operações envolvem duas ou mais partes de uma máquina.

O tempo de *setup* pode ser reduzido em mais de 50% devido a economia de movimentos do operador, reduzindo deslocamentos em volta do equipamento e ganho de tempo de operação da máquina. Apesar de ser um ganho significativo, muitas vezes esta melhoria não é utilizada, já que se perde um colaborador para auxiliar em uma operação de *setup*.

## 8. Eliminação de ajustes

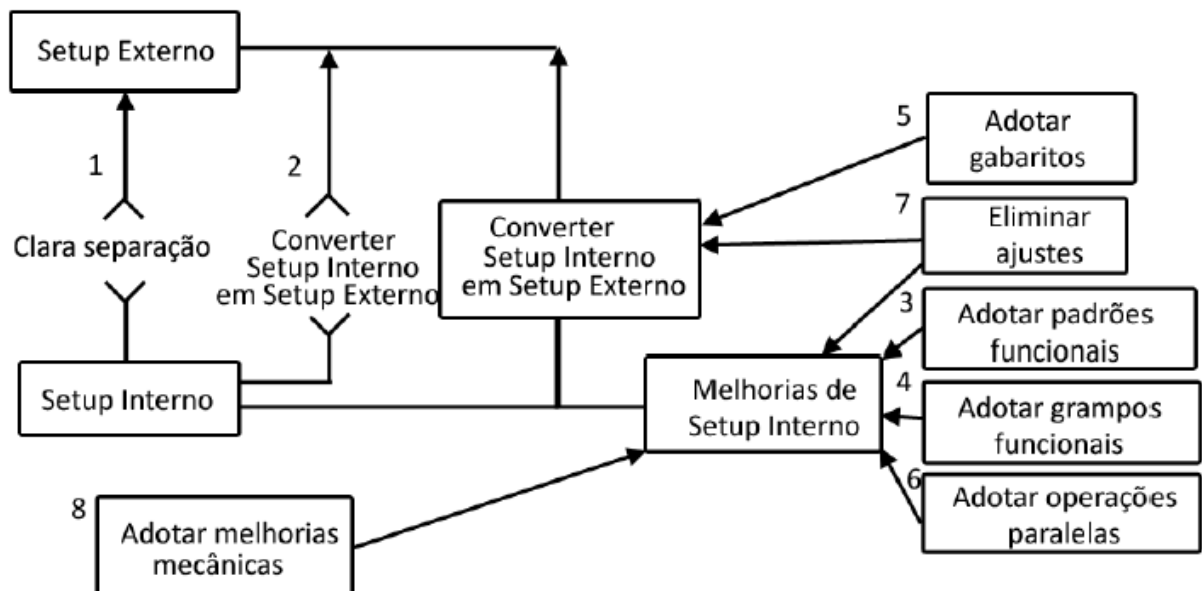
Shingo (1985) comenta que ajustes e testes podem consumir mais do que 50% do tempo total de *setup*. Portanto, a eliminação dessas etapas proporciona um ganho significativo. É de extrema importância reconhecer que ajustes não são uma operação independente e que, para eliminá-los, é necessário analisar passos anteriores do *setup* interno.

## 9. Mecanização

A mecanização é a última etapa a ser implementada, pois é possível obter ótimos resultados em redução de tempos de *setup* utilizando apenas as primeiras técnicas – reduzindo um tempo *setup* de horas para minutos.

A mecanização por si só não proporcionará melhorias no processo, ela possuirá uma melhor eficiência em processos eficientes, por exemplo, reduzindo o tempo de *setup* de três minutos para dois minutos ou menos.

**Figura 5 - Aplicação das técnicas de redução de tempo de *setup***



**Fonte: Shingo, 1985.**

A Figura 5 mostra como é esperado a melhoria de um processo de *setup*, utilizando sequencialmente as técnicas apresentadas:

Outros autores tais como Monden (1993), Kannenberg (1994), Hay (1987) e Black (1991), também criaram metodologias para a troca rápida de ferramentas. Wiese (2007) elaborou uma tabela comparativa dos autores e a metodologia proposta por eles.

**Quadro 2- Comparação autores**

	Shingo (1996)	Mondem (1984)	Hay (1992)	Kannenber (1994)	Black (1998)
Sistemática e principais contribuições do autor	Criação da metodologia SMED através de quatro estágios conceituais e oito técnicas	Segue Shingo nos quatro estágios conceituais e seis técnicas	Ênfase na equipe de liderança. Método em nove etapas	Método em nove etapas dividido em estratégico, tático e operacional	Método em sete etapas; ênfase no estudo de tempos e movimentos
Criação do ambiente favorável à implantação de TRF	Parte do pressuposto da existência do STP	-	Procura envolver a alta administração, time de projeto e treinamento	Procura envolver a alta administração	-
Determinação do método existente	Estágio preliminar, cronoanálise, entrevistas e filmagem	Idem a Shingo	Uso das técnicas propostas por Shingo e Monden	Uso das técnicas propostas por Shingo e Monden	Estudo de tempos e movimentos Uso das técnicas propostas por Shingo
Separação setup interno e externo	Corresponde ao estágio 1, uso de check list, organização e eliminação de transporte	Considerado o conceito de maior importância pelo autor			Análise dos métodos e eliminação de ajustes
Conversão setup interno em externo	Estágio 2, consiste na análise das atividades realizadas, aplicando técnicas de melhoria	A conversão do setup interno para externo é analisada junto à padronização de funções			
Racionalização de atividades	Estágio 3, aplicando técnicas específicas de melhoria	Propõe 5 técnicas para melhoria	Estudo de sistemas de fixação e redução de movimentos		
Padronizar práticas de setup	A cada nova melhoria, no chão de fábrica conforme método científico	Sem grande ênfase neste tópico	Preocupa-se com a fluência das atividades e a repetibilidade		Uso da documentação obtida no processo (check list, filmagens)
Eliminar ajustes	Abordado na racionalização de atividades	Ênfase por optar pela eliminação de ajuste desde início do projeto	Auto-posicionamento de ferramentas; eliminar corridas de teste		Idem a Shingo
Eliminar setup	-	Através da mecanização e intercambialidade de ferramentas	-		Propõe a análise de viabilidade econômica para eliminação de setup

**Fonte: Wiese (2007)**

O **Error! Reference source not found.** compara os diferentes autores utilizando como referência os métodos propostos por Shingo. Pode-se perceber que, para os autores subsequentes, grande parte das sistemáticas são iguais, ou muito similares.

## 2.5. APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

Exemplos de aplicações são fundamentais para a validação de uma metodologia, exemplos de Shingo (1985), criador de diversas ferramentas, já foram citadas neste trabalho, como a redução da *Mitsubishi Heavy Industries* que alcançou uma redução de vinte e quatro horas para dois minutos e quarenta segundos.

Diversos outros estudos utilizando a metodologia SMED já foram gerados, Fonseca (2017) elaborou uma tabela comparando dois autores e as melhorias adquiridas em seus respectivos estudos.

Utilizando a metodologia proposta por Shingo (1985), foi possível observar, na Quadro 3, reduções consideráveis no tempo de *setup*, de 33% e 44%. Apesar de ambos utilizarem Shingo como referência, os autores possuíam problemas diferentes, por isso, utilizaram ferramentas e técnicas diferentes para solucionar o problema proposto.

A descrição do problema, ferramentas utilizadas e melhorias podem ser observadas na Quadro 3.

## 2.6 PRODUÇÃO DE PEQUENOS LOTES E CORRIDAS CURTAS

A produção de pequenos lotes, ou de multiproduto, é um método produtivo que foca na manufatura de uma maior variedade de itens em um curto período de tempo, possibilitando a fabricação de pequenos lotes para cada tipo de produto (HITOMI, 1996)

**Quadro 3 - Comparação aplicações SMED**

Nome do Estudo	Autores	Descrição do estudo realizado	Principais ferramentas e técnicas utilizadas	Melhoria no tempo de <i>setup</i>	Comentários	Referência
Melhoria no tempo de <i>changeover</i> : Uma abordagem SMED sob medida para as células de soldagem  Título: Improving <i>changeover</i> time: A tailored SMED approach for welding cells	Pablo Guzmán Ferradás e Konstantinos Salonitis	O estudo proposto é a implementação da ferramenta para um fornecedor automotivo em uma de suas células de solda. A taxa de utilização da linha estava sendo reduzida devido ao aumento dos números de <i>changeovers</i> , afetando assim sua eficiência global. A empresa possuía certa experiência com o uso da ferramenta SMED, mas sem o sucesso esperado.	Neste estudo os autores utilizaram: i) técnicas e estágios do SMED definidas por Shingo (1996) que são apresentados nas seções 3.3 e 3.4. ii) Diagrama spaguetti - utilizados para mapear os movimentos dos operadores durante o <i>changeover</i> . iii) Reuniões de brainstorming a fim de definir possíveis mudanças no projeto, para a simplificação do <i>setup</i> interno e redução do externo.	Redução de 33%	Segundo os autores do estudo o projeto teve sucesso. Eles afirmam que com a implementação de melhorias no hardware, as melhorias no tempo do <i>changeover</i> poderiam chegar a 35%.	(FERRADÁS e SALONITIS, 2013)
Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada	Samuel V. Conceição; Iana Araújo Rodrigues; Andressa A. Azevedo; João Flávio Almeida; Fabricio Ferreira e Adriano Morais	O estudo apresenta o desenvolvimento da metodologia SMED para ambientes voláteis de manufatura contratada o setor eletroeletrônico e de informática, especificamente em uma linha de produção que utiliza a tecnologia de montagem de superfície SMT (Surface Mount Technology).	i) Técnicas e estágios definidos por Shingo (1996); ii) Entrevistas, observações e reuniões semanais iii) Filmagem do processo - possibilitando uma análise minuciosa do processo. iv) Controle visual - contendo as instruções da sequência de atividades de cada operador	Redução 44%	Foi constatado um pequeno aumento no tempo de <i>changeover</i> logo após a metodologia ser implementada, que segundo os autores se deve ao período de adaptação dos trabalhadores à nova metodologia. A implementação da metodologia também permitiu um retomo financeiro com o aumento da disponibilidade dos equipamentos.	(CONCEIÇÃO et al., 2009)

Fonte: Adaptado Fonseca, 2017



Para Del Castilho et al (1996), é possível diferenciar a produção de corridas curtas em relação a produção de pequenos lotes. Para implementação, ambas necessitam de precisas técnicas de *setups*, mas as técnicas aplicadas são completamente diferentes. A primeira realiza uma produção não repetitiva, aplicando várias operações diferentes de *setup* no decorrer da produção e a segunda utiliza uma linha de produção para manufaturar um mesmo produto, utilizando operações de *setup* semelhantes, mas com produtos diferentes.

Lin, Lai e Chang (1997) dizem que a produção corrida curta, além de auxiliar na diminuição de estoques, é uma solução para demandas de clientes que possuem um produto com um curto ciclo de vida, sendo possível produzir uma grande variedade de produtos em pequenos lotes. Pode-se dizer que a produção em pequenos lotes possui as seguintes principais características: produção de baixo volume, produção por lote em um curto período de tempo e alta variedade de produtos produzidos.

Segundo Doro (2009) a flexibilidade é um conceito muito importante para a produção de pequenos lotes, em que a manufatura tem a capacidade de responder rapidamente às necessidades da empresa, permitindo variações no projeto ou na diversidade dos produtos. As operações nos equipamentos devem possuir agilidade, os *setups* devem ser rápidos e as capacidades de produção devem ser capazes de aumentar ou reduzir de lote, conforme necessário.

As empresas que mais se beneficiam da fabricação de pequenos lotes são empresas de pequeno ou médio porte. Esse tipo de empresa se favorece por possuir uma capacidade produtiva rápida e aprimorada, entregando aos clientes o que eles desejam (DORO, 2009).

### 3 METODOLOGIA

Nesse capítulo é apresentada a metodologia que foi utilizada, referenciando autores e métodos para a estruturação do trabalho e para a obtenção de dados.

Em um trabalho científico, é de extrema relevância a definição de uma metodologia justificada e com embasamento de autores que representam a temática no meio acadêmico.

Luna (1997) explica que a pesquisa tem como objetivo a produção de conhecimentos que sejam relevantes. Para a autora, a pesquisa deve preencher alguns requisitos: ser formulada de forma sequencial, em que o autor define informações que o trabalho se propõe a responder, determina quais serão as fontes e palavras-chaves necessárias para encontra-las, e selecionar as informações nas melhores fontes, a partir de livros, revistas e artigos.

Para a mesma autora, após a obtenção dos dados, é definida a metodologia para o tratamento das informações obtidas, utilizando um sistema teórico para interpretá-las. Com isso, é possível adquirir dados para as perguntas inicialmente formuladas e pode-se escrever os resultados para responder o problema proposto. Com o problema descrito, utiliza-se métodos para indicar a confiabilidade e generalidade dos resultados.

Silva e Menezes (2005) definem que a abordagem de uma pesquisa pode seguir as linhas quantitativas e qualitativas. A primeira traduz, em números, informações para classificar e analisar, utilizando técnicas estatísticas como ferramentas de refino de dados. A segunda considera fatores subjetivos que não podem ser traduzidos em números, sendo a interpretação e a atribuição de significados importante para a análise. Para análise deste trabalho, serão utilizados tantos fatores quantitativos quanto qualitativos.

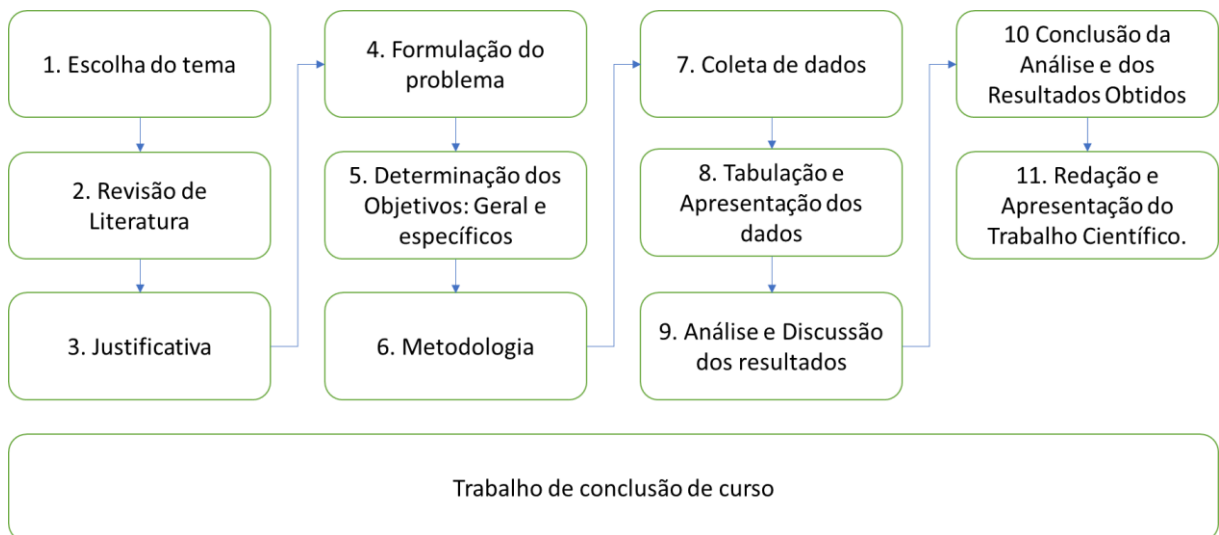
Segundo a definição dos mesmos autores, este trabalho pode ser definido como uma revisão da literatura, utilizando uma metodologia de pesquisa bibliográfica, que utiliza uma análise na literatura, como em livros, revistas, publicações avulsas, imprensa escrita e eletrônica. Uma revisão bibliográfica contribui para obtenção de

informações atuais sobre o tema pesquisado, levantamento de publicações existentes e comparação de diferentes opiniões a respeito do objeto de estudo.

### 3.1 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho será estruturado seguindo as etapas de pesquisa definidas por Silva e Menezes (2005), que são muito similares a estruturação recomendada para trabalhos de conclusão de curso da UTFPR – CT. A estruturação segue o fluxograma da Figura 6.

**Figura 6 - Fluxograma da estruturação do trabalho**



**Fonte: Adaptado Silva e Menezes (2005)**

### 3.2 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

Para as etapas da execução da pesquisa de resultados e discussões utilizou-se a metodologia proposta por Luna (1999), para obtenção dos objetivos gerais e específicos, buscando as técnicas de redução de *setup* e seus resultados. Foram utilizados livros referência no tema, como Shingo (1996) e McIntosh (1996) para busca de informações básicas.

A segunda etapa, através de uma procura aprofundada da literatura, foi composta pela obtenção de um grande número de trabalhos sobre técnicas de redução de tempo de *setup*, aplicações de técnicas de redução de tempo de *setup* e outros estudos sobre o mesmo tema.

Para localizar esses trabalhos utilizaram-se palavras-chaves, como sugerido por Luna (1999); as palavras chaves escolhidas foram: SMED, troca rápida de ferramentas, TRF, redução de tempo de *setup*, STP e produção em pequenos lotes. Também foram utilizadas as traduções em inglês.

Utilizando as palavras chaves, foram utilizadas três fontes de pesquisa para aquisição de material: Bibliotecas, Internet e bibliográfica de cursos e disciplinas. Para bibliotecas se utilizaram a Biblioteca da Universidade tecnológica federal do Paraná, Campus sede e Ecoville, e consultas em sites de outras bibliotecas que eram referência, como a da USP, UFSC e UFMG, como foi sugerido por Silva e Menezes (2005), buscando também teses de doutorado, mestrado e trabalho de conclusão de curso.

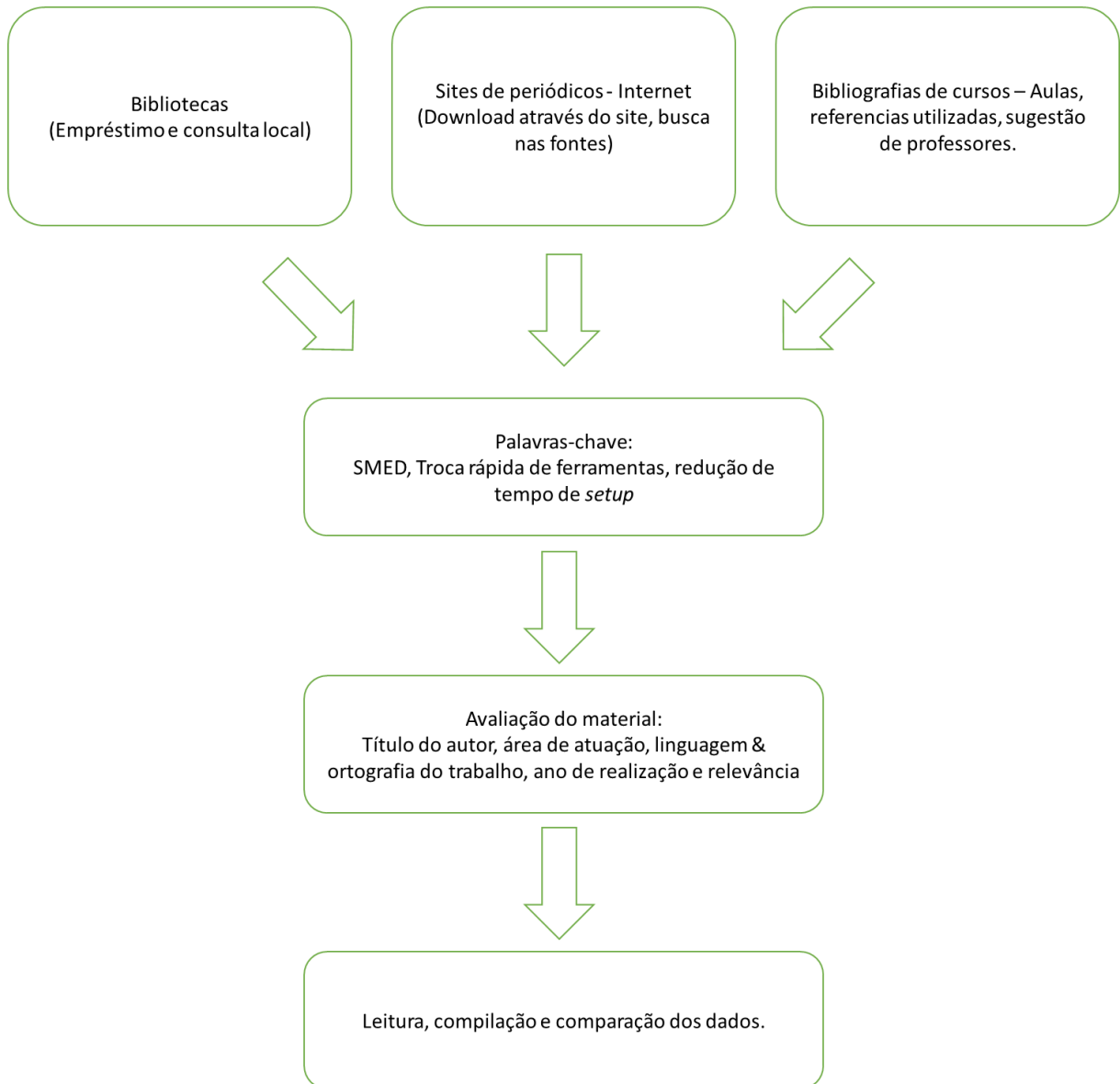
A pesquisa por meio eletrônico foi realizada utilizando endereços eletrônicos que possuíam um número considerável de artigos relacionados ao tema de estudo, publicados em revistas com relevância e também que fossem atuais, ou seja, Anais da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção), periódicos Capes e Google Acadêmico. Por fim, foram pesquisados disciplinas e cursos que estavam relacionados ao tema deste trabalho, buscando novas referências bibliográficas.

Para o levantamento de dados que serão utilizados para análise neste trabalho, foi definido o *Google Scholar* como plataforma para pesquisa, esta escolha deve-se

ao fato de o *Google Scholar* ser o portal com maior cobertura de artigos (ORDUÑA-MALEA et al., 2014).

Para mensurar a relevância dos trabalhos foi utilizado o método mais comumente empregado para determinar o impacto de artigo, ou seja, a quantidade de citações que possui.

**Figura 7 - Fluxograma da metodologia aplicada**



**Fonte: Autoria própria**

Utilizando a metodologia e seguindo o fluxograma proposto, foi possível responder ao objetivo geral e aos quatro objetivos específicos. Após a compilação dos dados, foi realizado uma análise quantitativa/qualitativa, dos trabalhos adquiridos e escrito o capítulo de resultados e discussões, e posteriormente, a conclusão.

## 4 OBTENÇÃO DOS DADOS

Esta seção apresenta as ferramentas e métodos utilizados para obtenção, separação e análise dos dados obtidos. Os dados apresentados provêm de artigos de estudos de caso de aplicação do SMED com presença de resultados.

### 4.1 PUBLISH OR PERISH (PoP)

Para a obtenção dos dados foi utilizado o software *publish or perish (PoP)* versão 6.34.6288.6789, ele pode ser obtido gratuitamente através do portal do programa. O *software* atua como um facilitador para obtenção de informações de artigos com maior número de citações nos portais: *Scopus, Google Scholar, Crossre, Web of Science e Microsoft Academic*. A Figura 8 mostra o layout do programa.

A partir do *software PoP*, é possível realizar a pesquisa na plataforma desejada escolhendo os *inputs* utilizados pela plataforma. O método de preenchimento é rápido, sendo necessário preencher um ou mais dos campos disponíveis, de acordo com a precisão da pesquisa.

Os campos disponíveis são de: autor, periódico, número de série do periódico (ISSN – *International Standard Serial Number*) e restrições envolvendo palavras ou frases, esses campos demonstrados na Figura 9, em que foi definido o *Google Scholar* como plataforma:





**Figura 9 – Layout publish or perish (Google Scholar)**

The screenshot shows the Google Scholar search interface. At the top, there is a search bar labeled "Google Scholar query" and a link "How to search with Google Scholar". Below the search bar, there are several input fields for filters: "Authors:", "Publication/Journal:", "All of the words:", "Any of the words:", "None of the words:", and "The phrase:". To the right of the "All of the words:" field, there is a "Title words:" field. The interface is clean and organized, with a light gray background and white input fields.

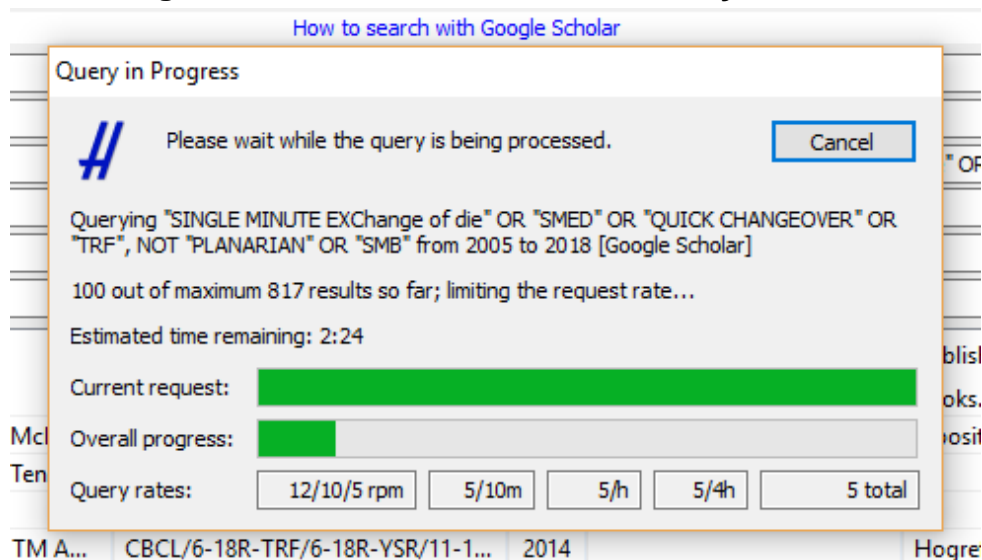
**Fonte: Autoria própria**

O PoP possui uma limitação com um máximo de 1000 respostas aos parâmetros definidos – a pesquisa é interrompida ao atingir o valor limite ou ao obter todos os artigos, na base de dados escolhida, com base nos filtros aplicados.

Após definir os parâmetros e iniciar a pesquisa, o programa possui a visualização de duas barras de atualização, de progresso do processamento atual e do progresso geral. A

Figura 10 demonstra a janela de processamento do PoP.

**Figura 10 – Processamento de informações**



**Fonte: Autoria própria**

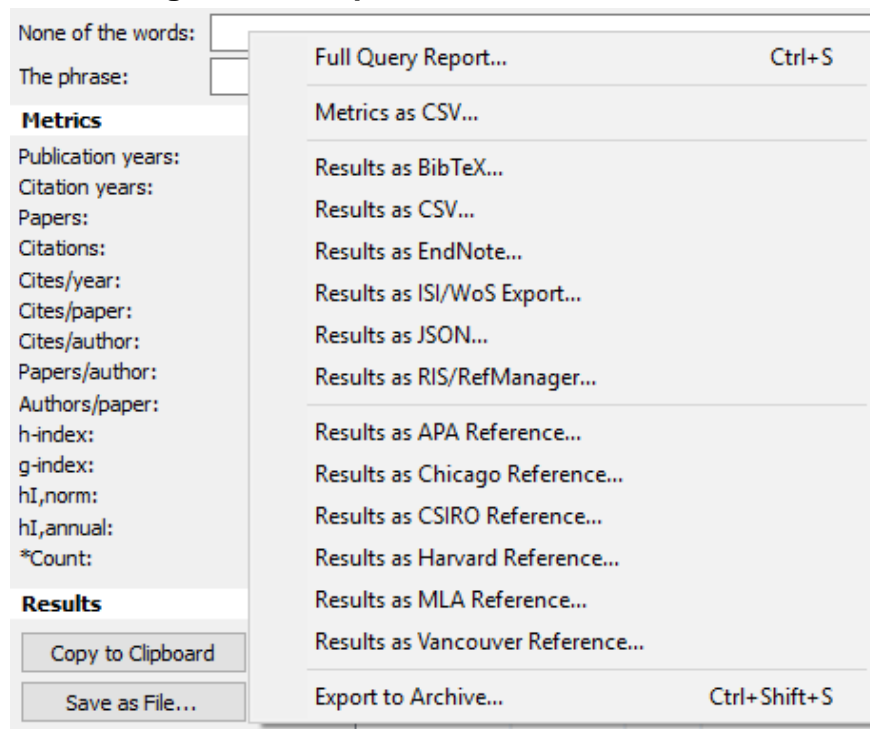
Para realizar o levantamento dos artigos, o *software* possui um tempo de processamento que varia de alguns segundos até 30 minutos – o tempo varia com base no número de resultados que os parâmetros escolhidos irão fornecer. O PoP lista de forma decrescente – em citações - os artigos.

Como mencionado anteriormente, o *Google Scholar* foi definido como plataforma de pesquisa. Uma das dificuldades encontradas durante a pesquisa no PoP foi o fato da plataforma do *Google Scholar* utilizar um sistema “contra robôs” ou *captcha* fazendo com que fosse necessário responder diversas vezes a questionários e comprovar a não utilização de robôs.

Com os parâmetros definidos foi possível exportar os dados para diversos programas e formatos. O Excel foi o programa escolhido como método de exportação e para a análise dos dados, essa escolha se deveu ao fato do Excel ser uma ferramenta de maior familiaridade para o autor.

Foi possível exportar o banco de dados obtido pelo PoP para o Excel seguindo o caminho: Save File as -> Result as CSV, conforme a Figura 11.

**Figura 11 – Exportar os documentos**



**Fonte: Autoria própria**

## 4.2 PARAMETROS

Para a obtenção dos artigos que foram utilizados neste trabalho foi definido um período de publicação entre 2000 e 2018, com o objetivo obter trabalhos recentes e evitando um número elevado de artigos, assegurando que não seriam utilizadas informações defasadas.

A pesquisa inicial utilizou os parâmetros: "*single minute exchange of die*" and "*quick changeover*"; em *The Phrase*, entretanto, foi obtido um número superior a 1000 resultados, portanto, não foi possível validar a eficácia do filtro, pois atingiu-se o número máximo de artigos permitido, deste modo, não sendo possível garantir que todos os trabalhos relevantes fossem contabilizados.

A segunda pesquisa utilizou os parâmetros: "*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*" OR "*SMED*" OR "*QUICK CHANGEOVER*" OR "*TRF*" em *Title words*, mas, novamente, o número de artigos foi superior a 1000.

Durante a segunda pesquisa, notou-se um elevado número de artigos relacionados a ciências biológicas, por esse motivo, em *none of the words* adicionou-se o filtro de "*planarian*", restringindo o número de artigos para 863.

Portanto, o filtro final foi o seguinte:

- "*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*" OR "*SMED*" OR "*QUICK CHANGEOVER*" em *Title Words*,
- "*PLANARIAN*" em *None of the words*;  
2000 to 2018 em *Years*

A aplicação desses filtros foi conforme a Figura 12

Figura 12 - Filtro aplicado

Google Scholar query [How to search with Google Scholar](#)

Authors:  Years: 2000 - 2018

Publication/Journal:  ISSN:

All of the words:  Title words: "SINGLE MINUTE EXCHANGE of die" OR "SMED" OR "QUICK CHANGEOVER"

Any of the words:

None of the words: "PLANARIAN"

Thg phrase:

Metrics		Cites	Per year	Rank	Authors	Title	Year	Publication	Publisher	Type
Publication years:	2000-2018	<input checked="" type="checkbox"/> h 133	7.39	1	RI McIntosh, SJ Cu...	A critical evaluation of Shingo's' ...	2000	International journal of ...	Taylor & Francis	
Citation years:	18 (2000-2018)	<input checked="" type="checkbox"/> h 102	11.33*	2	M Cakmakci	Process improvement: performan...	2009	The International Journal ...	Springer	
Papers:	863	<input checked="" type="checkbox"/> h 99	14.14*	13	A Carrizo Moreira,...	Single minute exchange of die: a ...	2011	Journal of technology ...	scielo.conicyt.cl	HTML
Citations:	2418	<input checked="" type="checkbox"/> h 91	91.00*	32	S Shingo	Una revolucion en la produccion:...	2017		books.google.com	BOOK
Cites/year:	134.33	<input checked="" type="checkbox"/> h 90	5.29	3	C Moxham, R Gre...	Prerequisites for the implementat...	2001	International Journal of Q...	emeraldinsight.com	
Cites/paper:	2.80	<input checked="" type="checkbox"/> h 80	7.27	29	M Sugai, RI McInt...	Metodologia de Shigeo Shingo (S...	2007	Gestão & Produção	repositorio.unicamp.br	
Cites/author:	1359.52	<input checked="" type="checkbox"/> h 79	7.18	4	R McIntosh, G Ow...	Changeover improvement: reinte...	2007	IEEE Transactions on ...	ieeexplore.ieee.org	
Papers/author:	634.84	<input checked="" type="checkbox"/> h 77	5.92	8	SC Trovinger, RE B	Setup time reduction for electron...	2005	Production and operation	Wiley Online Library	
Authors/paper:	1.81	<input checked="" type="checkbox"/> h 76	8.44	7	B Jit Singh, D Kha...	SMED: for quick changeovers in f...	2009	International Journal of Pr...	emeraldinsight.com	
h-index:	21	<input checked="" type="checkbox"/> h 67	7.44	5	R Bargal, V Cormi...	Mutations in DDR2 gene cause S...	2009	The American Journal of ...	Elsevier	HTML
g-index:	40	<input checked="" type="checkbox"/> h 66	9.43	6	B Ulutas	An application of SMED Methodo...	2011	World academy of scienc...	researchgate.net	PDF
hI,norm:	17	<input checked="" type="checkbox"/> h 59	11.80*	10	MA Almomani, M...	A proposed approach for setup ti...	2013	Computers & Industrial ...	Elsevier	
hI,annual:	0.94									
%Count:	6									

Fonte: Autoria própria

Em seguida, a base de dados foi exportada para o Excel. No Excel, utilizou-se a ferramenta *text to columns*, para separar os títulos e deixá-los mais organizados, conseqüentemente de forma mais fácil de se trabalhar. Os títulos das tabelas seguiram a mesma ordem apresentada pelo PoP.

Os artigos obtidos foram filtrados pelo número de referência, sendo o maior com 133 referências e o menor com 0. Notou-se que a maior parte dos artigos possuem poucas ou nenhuma referência, 562 possuem zero citações e 228 possuem de uma a cinco referências.

#### 4.3 PoP & Excel

As colunas que são relevantes e sua respectiva definição estão descritas no Quadro 4.

**Quadro 4 – Colunas bando de dados PoP**

<b>Coluna</b>	<i>Descrição</i>
<i>Cities</i>	Número de citações que o artigo em questão possui até a data da pesquisa;
<i>Authors</i>	Autores que participaram no artigo;
<i>Title</i>	Título do artigo;
<i>Year</i>	Ano de publicação do artigo;
<i>Cities Per Year</i>	Valor médio de citações por ano que o artigo possui.

**Fonte: Autoria própria**

O Quadro 5 demonstra uma parte da base de dados obtida, transferida para o Excel, organizada em colunas e filtrada por ordem decrescente na coluna de citações.

## Quadro 5– Filtro aplicado

Cites	Authors	Title	Year	Source	Publisher	ArticleURL	CitesURL	GSRank	QueryDate	Type	DOI	ISSN	Citatic	Volu	Issue	StartPa	EndP	ECC	CitesPerY	CitesPerA	AuthorCo	Age	
133	Ri McIntosh, SJ Culley, AF	A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology	2000	Internatio	Taylor & F	https://w	https://sc	1	05/09/2018										133	7.39	33	4	18
102	M Cakmakci	Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry	2009	The Interr	Springer	https://lir	https://sc	2	05/09/2018										102	11.33	102	1	9
99	A Carrizo Moreira...	Single minute exchange of die: a case study implementation	2011	Journal of scielo.con		https://sc	https://sc	13	05/09/2018	HTML									99	14.14	50	2	7
91	S Shingo	Una revolucion en la produccion: el sistema SMED, 3a Edicion	2017	books.goc		https://bc	https://sc	32	05/09/2018	BOOK									91	91.00	91	1	1
90	C Moxham, R Greatbanks	Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment	2001	Internatio	emerald	https://w	https://sc	3	05/09/2018										90	5.29	45	2	17
80	M Sugai, RI McIntosh, O N	Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso	2007	Gestão &	repositori	http://re	https://sc	29	05/09/2018										80	7.27	27	3	11
79	R McIntosh, G Owen, S Cu	Changeover improvement: reinterpreting Shingo's "SMED" methodology	2007	IEEE Trans	ieeexplor	https://ie	https://sc	4	05/09/2018										79	7.18	20	4	11
77	SC Trovinger, RE Bohn	Setup time reduction for electronics assembly: Combining simple (SMED) and IT-based methods	2005	Productio	Wiley Onl	https://or	https://sc	8	05/09/2018										77	5.92	39	2	13
76	B Jit Singh, D Khanduja	SMED: for quick changeovers in foundry SMEs	2009	Internatio	emerald	https://w	https://sc	7	05/09/2018										76	8.44	38	2	9
67	R Bargal, V Cormier-Daire	Mutations in DDR2 gene cause SMED with short limbs and abnormal calcifications	2009	The Amer	Elsevier	https://w	https://sc	5	05/09/2018	HTML									67	7.44	17	4	9
66	B Ulutas	An application of SMED Methodology	2011	World aca	researchg	https://w	https://sc	6	05/09/2018	PDF									66	9.43	66	1	7
59	MA Almomani, M Aladeemy, A Abdelhadi...	Trafficking defects and loss of ligand binding are the underlying causes of all reported	2013	Computer	Elsevier	https://w	https://sc	10	05/09/2018										59	11.80	15	4	5
55	BR Ali, H Xu, NA Akawi, A	DDR2 missense mutations found in SMED-SL patients	2010	Human m	academic.	https://ac	https://sc	12	05/09/2018										55	6.88	11	5	8
51	FP Guzmán, K Saloniitis	Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells	2013		dSPACE.lit	https://ds	https://sc	9	05/09/2018										51	10.20	26	2	5
48	MK Karasu, M Cakmakci,	Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production	2014	Measuren	Elsevier	https://w	https://sc	11	05/09/2018										48	12.00	10	5	4
28	H Bolling	Sin egen hälsas smed: idéer, initiativ och organisationer inom svensk motionsidrott 1945–1981	2005		diva-porta	http://ww	https://sc	61	05/09/2018										28	2.15	28	1	13
23	S Jebaraj Benjamin, U Mu	The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm	2013	Journal of	emerald	https://w	https://sc	18	05/09/2018										23	4.60	8	3	5
23	RM Sousa, RM Lima, JD C	An industrial application of resource constrained scheduling for quick changeover	2009	..., 2009. I	ieeexplor	https://ie	https://sc	31	05/09/2018										23	2.56	6	4	9
22	M Perinić, M Ikončić, S Ma	DIE CASTING PROCESS ASSESSMENT USING SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) METHOD.	2009	Metalurgi	search.eb	http://se	https://sc	14	05/09/2018										22	2.44	7	3	9
22	A Azizi	Designing a future value stream mapping to reduce lead time using SMED-A case study	2015	Procedia	Elsevier	https://w	https://sc	16	05/09/2018										22	7.33	22	1	3
22	LG Wenger, BW Hauck	Multiple purpose quick-changeover extrusion system	2002	US Patent	Google Pa	https://pa	https://sc	38	05/09/2018										22	1.38	11	2	16
21	LG Wenger, BW Hauck	Multiple purpose quick-changeover extrusion system	2002	US Patent	Google Pa	https://pa	https://sc	39	05/09/2018										21	1.31	11	2	16
20	D Stadnicka	Setup analysis: combining SMED with other tools	2015	Managem	degruyter	https://w	https://sc	20	05/09/2018										20	6.67	20	1	3
20	LG Wenger, BW Hauck	Multiple purpose quick-changeover extrusion system	2002	US Patent	Google Pa	https://pa	https://sc	41	05/09/2018										20	1.25	10	2	16
19	RR Joshi, GR Naik	Application of SMED methodology—a case study in small scale industry	2012	Internatio	Citeseer	http://cit	https://sc	17	05/09/2018	PDF									19	3.17	10	2	6
19	AS Alves, A Tenera	Improving SMED in the Automotive Industry: A case study	2009	POMS 20th Annual Conference		https://sc		21	05/09/2018	CITATION									19	2.11	10	2	9
19	JR Henry	Achieving lean changeover: putting SMED to work	2012		taylorfran	https://w	https://sc	22	05/09/2018	BOOK									19	3.17	19	1	6
18	ESM Costa, RM Sousa, S B	An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools	2013		repositori	https://re	https://sc	69	05/09/2018										18	3.60	5	4	5
18	PMP Mota	Estudo e implementação da metodologia SMED eo seu impacto numa linha de produção	2007	Instituto Superior Técnico, Lisb		https://sc		78	05/09/2018	CITATION									18	1.64	18	1	11
17	PL King	SMED in the process industries-Improved flow through shorter product changeover	2009	Industrial	iise.org	http://ww	https://sc	19	05/09/2018	PDF									17	1.89	17	1	9
17	F Birmingham, J Jelinek	Quick Changeover Simplified: The Manager's Guide to Improving Profits with SMED	2007	books.goc		https://bc	https://sc	23	05/09/2018	BOOK									17	1.55	9	2	11
17	JGA Posada	Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo	2007	Tecnura	revistas.u	http://rev	https://sc	85	05/09/2018										17	1.55	17	1	11
15	D Ribeiro, F Braga, RM So	An application of the SMED methodology in an electric power controls company	2011		repositori	https://re	https://sc	25	05/09/2018										15	2.14	4	4	7
15	R Rodríguez-Méndez, D S	A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	2015	IFAC-Pape	Elsevier	https://w	https://sc	27	05/09/2018										15	5.00	5	3	3
15	P Costa, AC Alves, RM So	Implementação da metodologia Quick ChangeOver numa linha de montagem final de auto-rádios: para além da técnica SMED	2011	Procedir	repositori	https://re	https://sc	73	05/09/2018										15	2.14	5	3	7
14	S Tharisheneprem	Achieving full fungibility and Quick Changeover by turning knobs in tape and Reel machine by applying SMED theory	2008	... Sympos	ieeexplor	https://ie	https://sc	15	05/09/2018										14	1.40	14	1	10

Fonte: Autoria própria

Outras informações como o local de publicação, *links* para obtenção do artigo, tempo de publicação do artigo, *rank* gerado pelo PoP e a quantidade de autores que participaram na elaboração do artigo, também, podem ser obtidas no Quadro 5, entretanto, esses dados não foram utilizados neste trabalho.

É possível perceber que algumas das colunas possuem poucas ou nenhuma informação, são elas: “*DOI; ISSN; CitationURL; Volume; Issue; StartPage; EndPage*”. Essas informações estão presentes na plataforma do *Google Scholar*, mas o PoP não obteve dados para preenchê-las, portanto, são colunas que foram ocultadas, uma vez que não ofereceram informações suficientes.

#### 4.4 FILTRO DOS DADOS E DOWNLOAD DOS ARTIGOS

Para garantir que os dados obtidos fossem relevantes para este trabalho, novos filtros foram realizados, com o objetivo de escolher apenas trabalhos que fossem relacionados a aplicações de técnicas de SMED com resultados.

Todos os trabalhos com uma ou mais citações – 300 trabalhos – passaram por uma análise do título e foram categorizados conforme se enquadrassem dentro de uma das categorias a seguir:

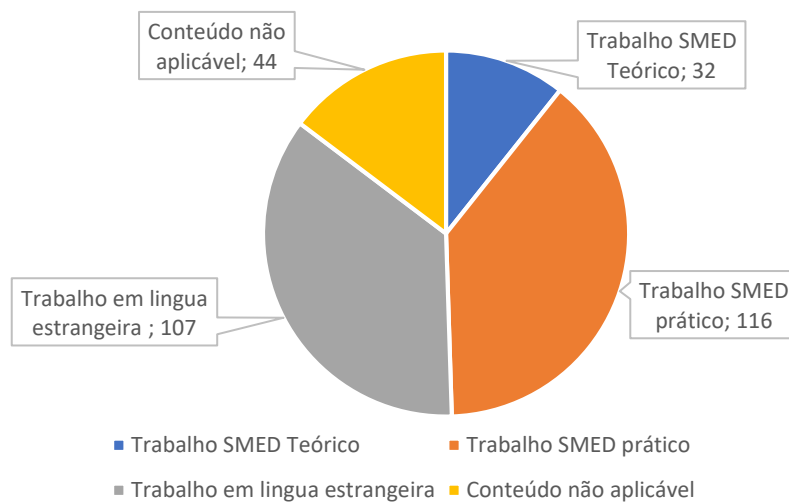
1. Trabalho em língua estrangeira, trabalhos escritos em línguas diferentes do português ou inglês;
2. Conteúdo não aplicável, trabalhos que foram redigidos em português ou inglês e não possuíam relação com SMED;
3. Trabalho SMED teórico, trabalhos sobre SMED, mas sem apresentar resultados práticos;
4. Trabalhos SMED práticos, trabalhos sobre SMED que, possivelmente, apresentam resultados práticos e mensuráveis. Para identificação dos trabalhos práticos algumas palavras chaves foram identificadas:
  - ✓ *Case study*;
  - ✓ *Implementation/Implement*;
  - ✓ Implementação;
  - ✓ *SMED approach*;

✓ *Application;*

Como os artigos foram categorizados pelo título do trabalho, uma pequena parcela pode ser categorizada de forma errônea, pelo fato do título não ser claro o suficiente ou por uma falha durante a categorização.

A Figura 13 a seguir demonstra a separação dos artigos e a quantidade em cada uma das categorias.

**Figura 13 – Categorias de artigos encontrados**



**Fonte: Autoria própria**

Do total de trabalhos, 151 (50%) eram de língua estrangeira ou não possuíam relação com SMED e 10% dos trabalhos são relacionados ao SMED, mas eram trabalhos teóricos.

Portanto, conforme a Figura 13, 116 (39%) dos artigos eram aplicáveis e no decorrer deste trabalho foram categorizados como **categoria 1 (ANEXO C)** – essa categoria foi utilizada como a base de dados em situações que era necessária uma maior amostragem de dados. Entretanto, foi notado que nesse banco de dados alguns livros também foram contabilizados.



Após categorização de todos os artigos, foi realizado o download dos possíveis artigos aplicáveis. Devido ao grande volume de artigos, foi estabelecido que seria realizado o download de trabalhos com 4 ou mais citações.

O download do material foi realizado na plataforma do *Google Scholar*, entretanto, alguns dos artigos eram pagos mesmo dentro da instituição da acadêmica, outros não eram artigos e sim livros, uma parte era encontrada apenas como citação dentro da plataforma e uma pequena parte não era aplicável.

Após essa separação, foi possível obter um total de 27 artigos, que eram artigos de aplicação de SMED, dentro do período de 2000 a 2018 e possuíam quatro ou mais citações, esses 27 artigos foram chamados de **categoria 2 (ANEXO A)** nesse trabalho.

Na categoria 2 os documentos foram analisados e suas informações armazenadas em um novo banco de dados. Esse banco de dados foi utilizado para extrair gráficos das técnicas utilizadas e do tempo inicial e final de *setup*.

## 5 RESULTADOS

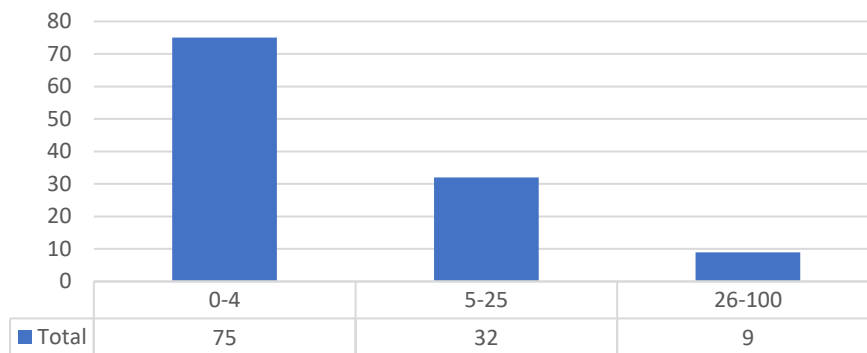
A partir da tabela gerada, foram aplicados novos filtros e os dados foram consolidados em uma tabela única (Anexo A), esta seção de resultados apresenta os dados adquiridos e explica o método utilizado e o significado das informações obtidas.

### 5.1 PUBLICAÇÕES E CITAÇÕES POR ANO

Como mencionado anterior, o método que será utilizado para determinar o autor o impacto é a quantidade de citações que o autor possui.

A Figura 14 estipula intervalos de citações e contabiliza quantos trabalhos se enquadram nesses intervalos. Foi-se optado a categoria como base de dados para analisar o comportamento durante os anos de forma mais genérica.

**Figura 14 – Quantidade de citações dos trabalhos práticos SMED**



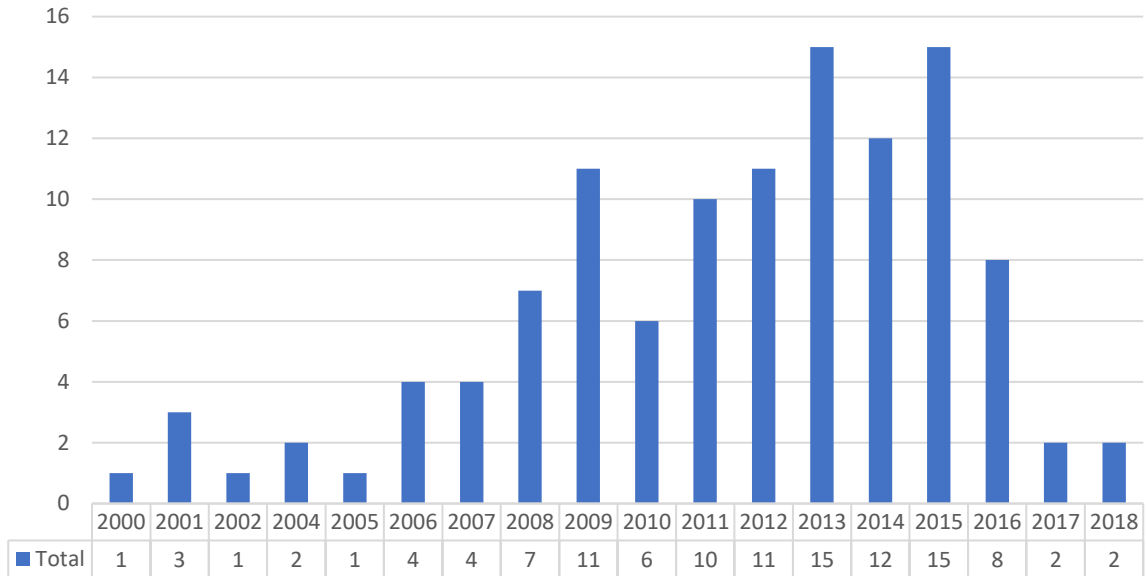
**Fonte: Autoria própria**

Conforme a Figura 14, percebe-se que a maioria dos trabalhos, 65%, possuem de zero a cinco citações, e 32 possuíam de 5 a 25 citações, 28%, e apenas 9 trabalhos possuem mais de 25 citações, o que representa 8% do total.

Esse resultado é esperado quando se relaciona a relevância dos trabalhos ao número de citações que um determinado artigo possui. É esperado que apenas uma

pequena parcela dos trabalhos seja considerada relevante, altamente procurado e referenciado.

**Figura 15 - Quantidade de publicações de trabalhos práticos por ano**



**Fonte: Autoria própria**

A Figura 15 demonstra a distribuição dos trabalhos da categoria 1 durante os anos. Percebe-se um aumento no número de publicações de trabalhos de 2000 a 2009 e também um pico de publicações de trabalhos entre 2013 e 2015.

Pelo fato da categoria 1 considerar apenas trabalhos com pelo menos uma citação, existem poucos trabalhos nos últimos anos (2017 e 2018), uma vez que o aumento no número de citações ocorre durante anos. Por isso, é muito provável que o número de trabalhos se igualasse aos outros anos se essa métrica não fosse utilizada.

## 5.2 VALIDAÇÃO PALAVRAS-CHAVE

Para validação dos dados obtidos, atentou-se em verificar a necessidade de adicionar mais palavras-chaves à pesquisa no PoP, por isso, uma análise das palavras-chave foi realizada para os trabalhos da categoria 2.

Caso alguma palavra-chave relevante fosse encontrada nesses resultados, uma nova pesquisa seria realizada, para garantir que o maior número possível de trabalhos relevantes fosse contabilizado.

Para obter maior variedade de palavras-chave, foram utilizadas as palavras presentes na seção de *abstract* de cada artigo, transpostas para a tabela de dados, contabilizadas e numeradas de forma decrescente. O resultado está na Tabela 1.

**Tabela 1 – Top 10 Palavras-chave mais utilizadas**

Palavra-Chave	Quantidade
SMED	20
Setup	10
Changeover	9
Lean	8
Structural equation model	1
Production	1
Manufacturing Systems	1
Automobile industry	1
Manufacturing	1
Balancing	1

**Fonte: Autoria própria**

Nota-se que apenas 4 palavras-chave foram utilizadas mais de uma vez nos trabalhos da categoria 2, dentre elas, 3 foram as palavras-chave utilizadas como *input* no PoP e a quarta não é diretamente relacionada a redução de tempo de *setup*.

Com isso, valida-se que as palavras-chaves utilizadas para a obtenção dos artigos foram suficientes para obter uma amostragem relevante.

### 5.3 AUTOR MAIS RELEVANTE

Para analisar qual o autor mais relevante nos trabalhos práticos de SMED, utilizou-se os dados da categoria 1. Foi realizada uma separação na coluna de autores em que os autores foram contabilizados de acordo com a quantidade de artigos. Os dados obtidos estão apresentados nos quadros e figuras a seguir.

Vale ressaltar que a execução de um trabalho científico é desgastante e exige longos períodos de pesquisa, por esse motivo é raro que autores possuam um número elevado de publicações dentro de curto período de tempo, o Tabela 2 mensurou o número de publicações por autor.

Para elaborar esse quadro, foram computadas a quantidade de vezes que cada autor apareceu na tabela da categoria 1. Muitos trabalhos foram elaborados por mais de um autor, por esse motivo o número total de autores é superior ao número de trabalhos contabilizados.

**Tabela 2 - Quantidade de trabalhos por autor**

Quantidade de artigos	Número
Um	238
Dois	16
Três	6
Quatro	2

**Fonte: Autoria própria**

Percebe-se que a maior parcela dos autores (92%) possui uma publicação; e apenas 8% possuem duas ou mais.

Essa informação não simboliza que os autores citados possuem esse número de trabalhos, essa amostragem mensurou apenas trabalhos da categoria 1, ou seja, trabalhos de redução de tempo de *setup* práticos com pelo menos uma publicação.

**Tabela 3 - Autores com o maior número de trabalhos**

<i>Autor</i>	<i>Nº de trabalhos</i>
RM Sousa	4
JP Pinto	4
R Lopes	3
O Novaski	3
RI McIntosh	3
C Neto	3
M Sugai	3
M Cakmakci	3
S Bragança	2

**Fonte: Autoria própria**

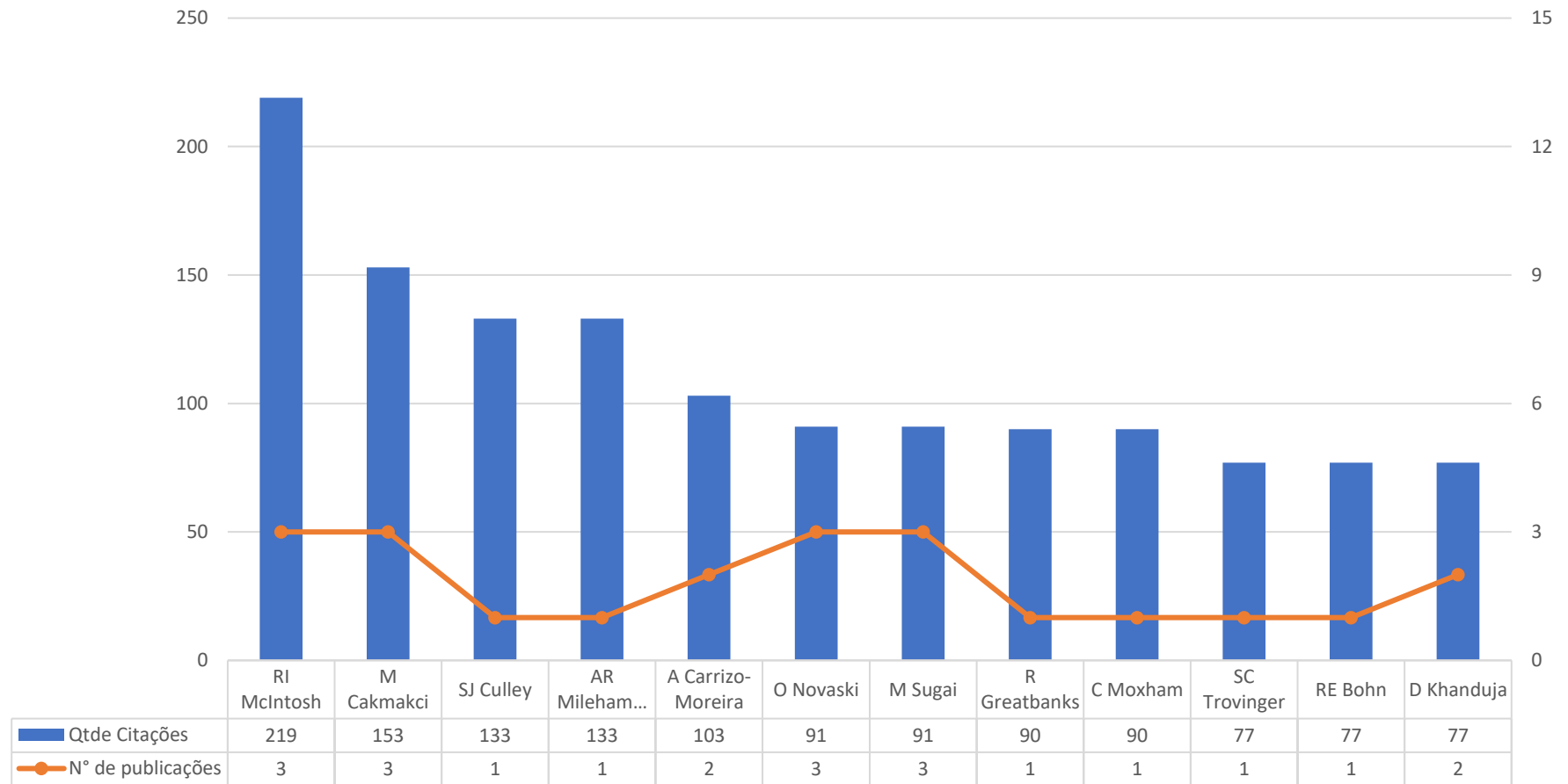
A Tabela 3 separou quais os autores que mais possuíam publicações. Tanto RM Sousa como JP Pinto apresentaram um total de quatro artigos, entretanto, é preciso ressaltar que não é possível mensurar a relevância de um autor pela quantidade de trabalhos que ele publicou.

O número de trabalhos publicados, no entanto, é uma informação relevante para identificar quais são os possíveis autores que possuem maior atuação na área de redução de tempo de *setup*.

Foram utilizadas duas formas distintas para mensurar qual o autor mais relevante quando se trata de publicações de artigos de trabalhos práticos de técnicas de redução de tempo de *setup*.

A forma desenvolvida de mensurar, foi a quantidade total de citações por autor. Para isso foram somados o número de citações que o autor possui em cada um de seu trabalho.

**Figura 16- Quantidade de citações por autores e quantidade de trabalhos publicados**



**Fonte: Autoria própria**

Percebe-se que não necessariamente os autores que possuíram maior número de publicações são aqueles que possuem maior número de citações, conforme demonstrado na Figura 16, uma vez que os autores RM Souza e JP Pinto – ambos com 4 publicações - não são os autores com o maior número de citações.

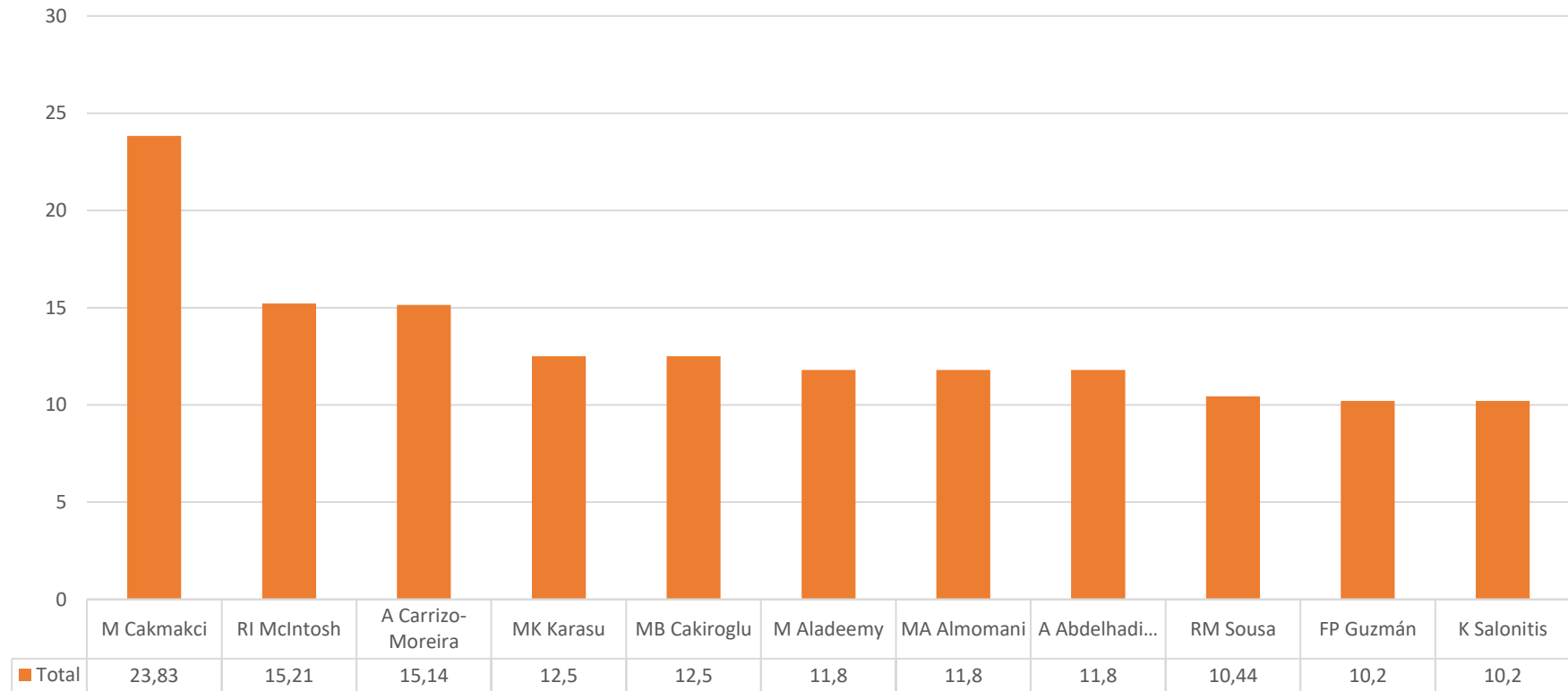
O autor com o maior número total de citações é Richard Ian McIntosh – professor britânico nascido em novembro de 1958 que atua como consultor de manufatura (COMPANIES HOUSE, 2018). McIntosh faz parte de um grupo de pesquisa focado em redução de tempo de *setup* na Universidade de Bath, na Inglaterra.

A segunda forma utilizada para mensurar qual o autor mais relevante foi o número médio de citações por ano que cada autor possui, para isso foi utilizada a contagem que o PoP oferece ao exportar os dados. O número médio é calculado somando o número total de citações de todos os trabalhos de determinado autor e dividindo pelo intervalo de tempo de publicação do autor.

Utilizando esta metodologia, o autor M Cakmakci é considerado o autor mais relevante, conforme mostra a Figura 17.



**Figura 17 –Número médio de citações por ano por autor**



**Fonte: Autoria própria**

Mehmet Cakmakci é professor de engenharia industrial na Universidade Dokuz Eylul, na Turquia e possui mestrado e doutorado pela Universidade Tecnológica de Viena. É membro da sociedade americana para qualidade e da sociedade americana para controle da qualidade. Como pesquisador, possui um total de 9 publicações (KISSI DEU UNIVERSITY, 2018).

Ambos autores, Cakmakci e McIntosh, possuem o mesmo número de publicações (três), e cada metodologia mensura a relevância de uma forma sutilmente diferente, que é a quantidade total e a média ponderada de citações nos trabalhos.

A longo prazo, o autor que possui a maior média ponderada (M Cakmakci), desde que continue com a mesma média, possuirá o maior número total de citações, portanto, acredita-se que nos próximos anos Cakmakci superará McIntosh em número total de citações.

Os três trabalhos que Cakmakci possui foram publicados em 2014, 2012 e 2009; enquanto McIntosh possui dois trabalhos em 2007 e um em 2000.

Deste modo, o fato de McIntosh possuir trabalhos mais antigos, é um dos indicadores do autor britânico ter, no geral, um número maior de citações. Mas, a lógica contrária não é possível de ser abordada, pois o fato de um artigo ser mais novo não implica que ele possuirá uma maior taxa de citações por ano.

O quadro 5 elucidada quais são os trabalhos mais relevante utilizando como critério a taxa de citações por ano, demonstrado de forma decrescente na coluna *Cities Per Year*.

**Tabela 4 – Trabalhos mais referenciados por ano (Categoria 2)**

Cites	Authors	Title	Year	CitesPerYear
99	A Carrizo Moreira...	Single minute exchange of die- a case study implementation	2011	14,14
48	MK Karasu, M Cakmakci, MB Cakiroglu, E Ayva...	Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production	2014	12
59	MA Almomani, M Aladeemy, A Abdelhadi...	A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques	2013	11,8
102	M Cakmakci	Process improvement- performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry	2009	11,33
51	FP Guzmán, K Salonitis	Improving changeover time- a tailored SMED approach for welding cells	2013	10,2

**Fonte: Autoria própria**

Conforme a Tabela 4, é possível afirmar que os trabalhos analisados não necessariamente possuem a maior taxa de referência por ano, mas todos os trabalhos com a maior taxa possuem um elevado número de citações, em que os 5 trabalhos com maior taxa de citações por ano possuem 48 ou mais citações.

## 5.4 TÉCNICAS MAIS UTILIZADAS

Para obter o resultado das técnicas mais utilizadas, foi realizada a leitura dos 27 artigos da categoria 2. Durante a leitura dos artigos procurou-se descrever, de forma resumida, quais técnicas foram utilizadas em cada trabalho. Foram descritas apenas técnicas que estavam relacionadas diretamente com a redução de tempo de *setup*.

Outras informações foram obtidas como o tempo inicial e final de *setup* e a porcentagem de redução alcançada. Essas informações foram compiladas no Anexo A.

A segunda etapa foi de padronizar cada técnica utilizada, para isso, foram criadas 11 diferentes categorias:

1. Aumento da qualidade do processo:

Técnicas que aumentem a qualidade do processo, deixando-os mais robustos ou diminuindo o número de componentes fora da especificação desejada.

A remoção de itens/processos com qualidade abaixo do necessário reduz o tempo de inspeção e/ou retrabalho durante o processo de *setup*.

2. Automatização:

Aquisição ou adaptação de máquinas para o processo de *setup*.

A automatização reduz o tempo de *setup*, pois o processo que for automatizado será, conseqüentemente, otimizado.

3. Checklist:

Utilização de checklists durante o processo de *setup*. *Checklists* podem ser utilizados em todas as etapas de *setup* – antes, durante e na finalização, assegurando a utilização de todas etapas ou componentes.

O *checklist* auxilia na redução de tempo de *setup*, pois, com sua utilização, em qualquer etapa do *setup*, é possível reduzir o número de falhas durante o processo.

4. Ferramentas Lean:

Utilização de 5S, *Kanban*, *poka-yoke*, etc.

Ferramentas Lean reduzem o tempo para procura de ferramentas, falta de ferramentas e melhoram capacidade visual, reduzindo o tempo de *setup*.

5. Movimentação:

Alteração do *layout* de máquinas e redução de movimentação de operadores. A redução de movimentação diminui tempo de operações que não agregam valor durante o *setup*.

6. Novos ferramentas e processos:

Manufatura de ferramentas ou processos específicos para a redução do tempo de *setup* – essas ferramentas/processos otimizam o tempo de *setup*.

7. Operações paralelas:

Utilizar dois ou mais operadores para realizar a operação de *setup*, conforme mencionado por Shingo – operações paralelas reduzem a movimentação e otimizam significativamente as operações de *setup*.

8. Otimização de fixação:

Utilização de grampos funcionais, eliminação de fixação ou manufatura de fixadores especiais. Técnicas também mencionada por Shingo – a utilização/eliminação de grampos possui grande impacto no tempo total de *setup*.

9. Otimização de operações:

Redução do número de operações de máquina, melhoria de processos, utilização de dispositivos intermediários e padronização (Ferramentas máquinas e processo), portanto essa otimização também influencia no tempo utilizado para *setup*.

10. Redução de ajustes:

Redução ou eliminação de processos de calibração e ajustagem de ferramentas ou máquinas durante o *setup* interno. Também descrito na metodologia de Shingo – ajustes e calibrações são atividades que podem ser transferidas como atividades externas.

11. Técnicas específicas:

Técnicas não categorizadas para melhoria de tempo de *setup*.

A partir dessa categorização, os trabalhos foram analisados e os resultados estão demonstrados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Técnicas mais utilizadas**

<b>N°</b>	<b>Categoria</b>	<b>Contagem</b>
1	Otimização de fixação	17
2	Otimização de operações	15
3	Operações paralelas	14
4	Movimentação	10
5	Novos ferramentas e processos	10
6	Técnicas específicas	8
7	Ferramentas Lean	8
8	Redução de ajustes	7
9	Checklist	6
10	Aumento da qualidade do processo	6
11	Automatização	4

**Fonte: Autoria própria**

Portanto, a técnica que é mais utilizada está relacionada ao método de fixação – as melhorias de fixação estavam principalmente direcionadas a evitar fixação roscada com a utilização de grampos funcionais ou até mesmo a eliminação deles. Em alguns casos, foi necessário adquirir fixadores diferenciados para a otimização de operação.

O segundo método mais utilizado é o de melhoria de operações, essas melhorias sempre estavam relacionadas a estudos aprofundados nas operações *setup*. Eram realizados cálculos do tempo de operações internas e externas, e, em geral, a melhoria proposta acontece apenas nos processos considerados críticos, pois são as operações com o mais tempo utilizado e maiores soluções podem ser obtidas.

E a terceira melhoria utiliza operações paralelas, ou seja, mais colaboradores para a operação de *setup*, sendo comumente planejado e otimizado previamente quais operações cada operador deve realizar, evitando movimentações e operações desnecessárias. Essa melhoria está diretamente relacionada a movimentação.

Pode-se dizer que as quatro primeiras técnicas necessitam de um baixo ou nenhum investimento inicial, mas é necessário um elevado tempo de estudo de processo e operações. E, por esse motivo, acredita-se que elas são técnicas muito utilizadas para redução de tempo de *setup*.

Um ponto de atenção foi o número considerável de ferramentas *Lean* para redução de tempo de *setup*, sabe-se que o SMED é uma das técnicas utilizadas durante a implementação do *lean manufacturing*.

Apesar de estar na sétima posição, ainda há um número considerável de trabalhos que utilizam técnicas de *lean*, e diversas ferramentas foram citadas e adicionadas a processos, mencionando ótimos resultados quando implementadas. Trabalhos também mencionam benefícios indiretos à utilização dessas ferramentas, como uma melhor gestão visual e diminuição de desperdícios.

Quase todas as técnicas listadas estão presentes na metodologia de Shingo, e, durante a leitura dos artigos, percebeu-se que a maioria dos trabalhos utilizou o mesmo autor como referência, com pequenas alterações de propostas.

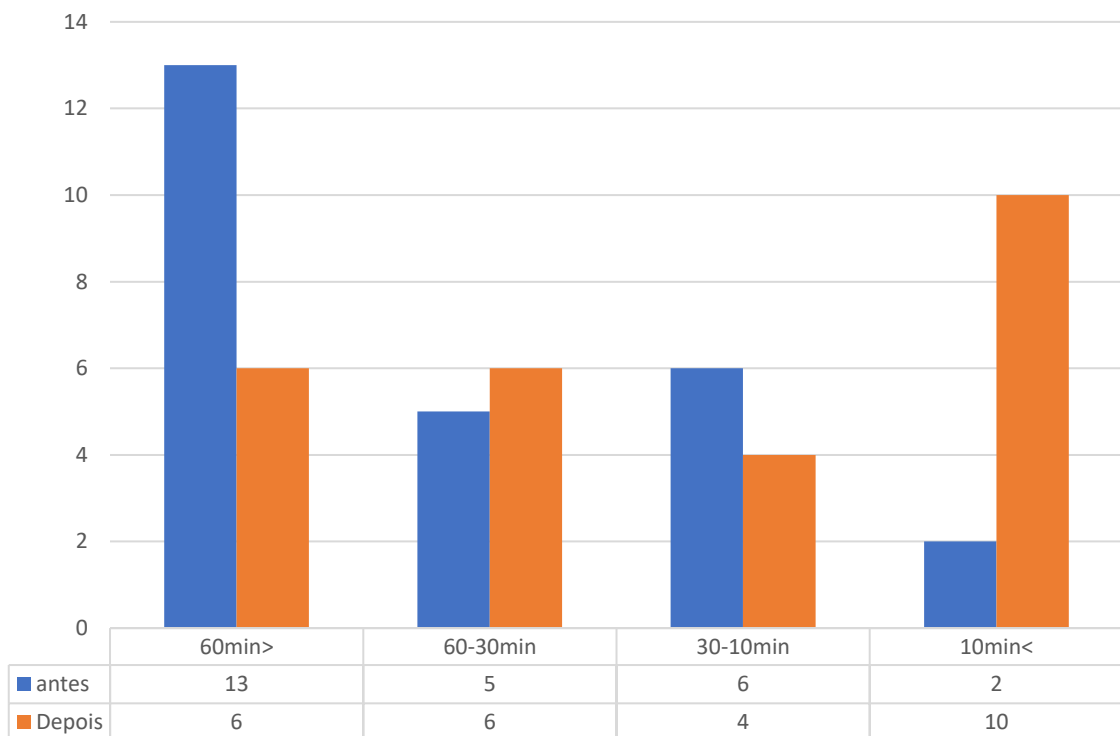
Portanto, a metodologia do autor ainda é altamente relevante para aplicação de técnicas de redução de tempo de *setup*, sendo utilizada em diversos artigos da atualidade.

Também, como mencionado por Shingo, a automatização é um dos estágios mais custosos que promove bons resultados para operações já otimizadas, e como esperado, é a técnica menos utilizada pelos autores, por necessitar de elevados investimentos e retornos menores para processos não-ótimos.

Além da separação das técnicas, foi realizado um estudo da redução obtida após a implementação delas. A

mostra esses resultados. Após a aplicação das técnicas, mais de 50% dos estudos que possuíam tempos elevados de *setup* (mais de uma hora) reduziram para menos de uma hora de tempo de *setup*.

**Figura 18 – Antes vs depois da aplicação do SMED**



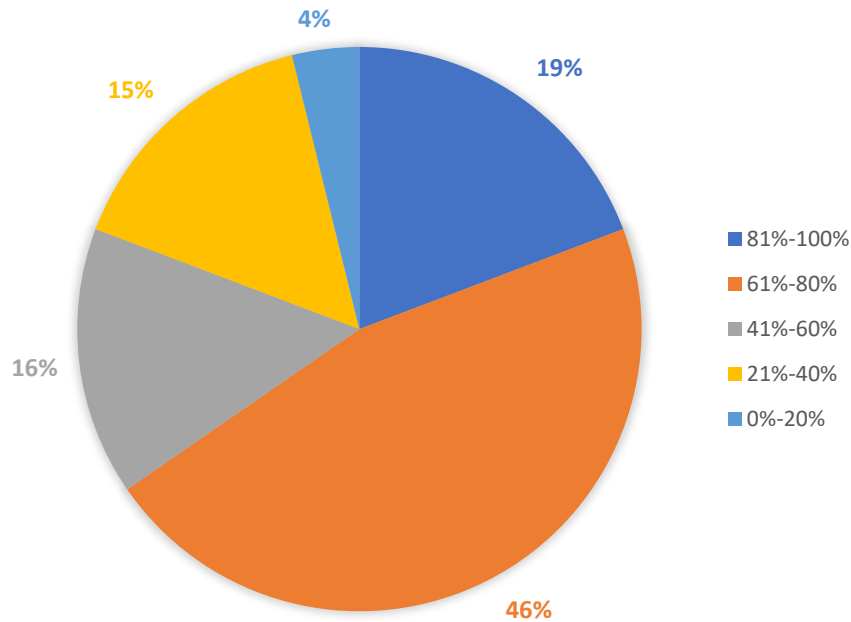
**Fonte: Autoria própria**

O dado mais relevante é o fato de que, antes da aplicação das melhorias, 8% dos artigos relatavam possuir tpo de *setup* abaixo de dois dígitos, tempo proposto na metodologia de Shingo. Após a aplicação das técnicas de redução de *setup*, esse número aumentou expressivamente, para mais de 38%, uma melhoria de quase cinco vezes.

Para complementar essa informação, foi calculada qual a porcentagem de redução alcançada pelas técnicas, conforme a Figura 19:



**Figura 19 - Porcentagem de melhoria alcançada**

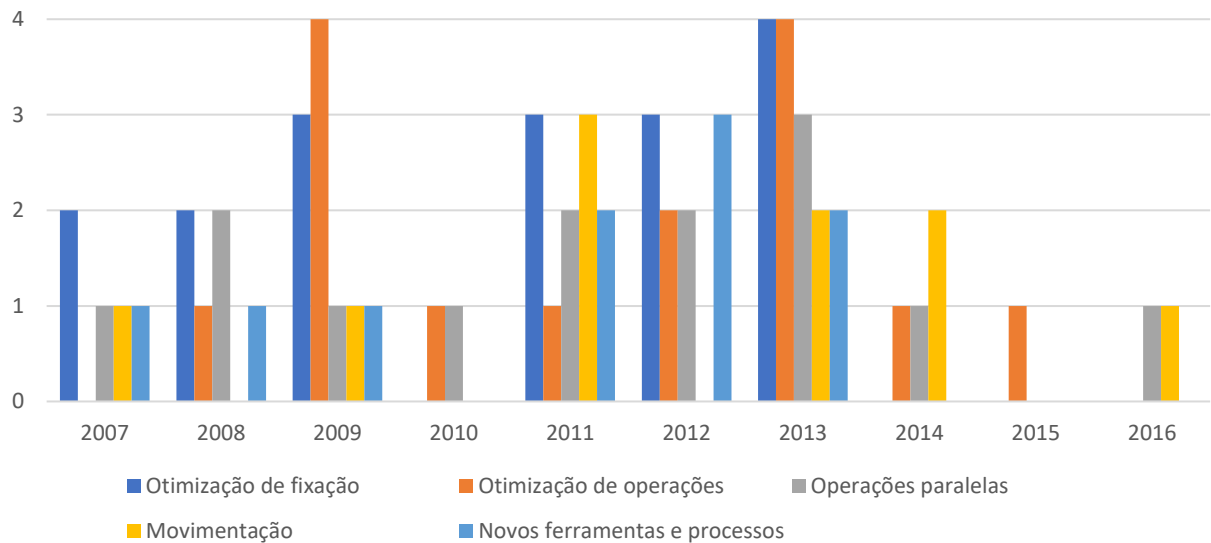


**Fonte: Autoria própria**

Mais da metade dos trabalhos obtiveram reduções iguais ou maiores que 60%, sendo que aproximadamente 20% dos trabalhos atingiram mais de 80% em redução de tempo de *setup*. Apenas 4% dos trabalhos relataram reduções abaixo de 20% no tempo do *setup* após aplicação do SMED.

## 5.5 ANÁLISE DE TENDÊNCIA

Para realizar a análise de tendências das técnicas de redução de *setup*, utilizou-se a categoria 2 de trabalhos. Cada técnica foi categorizada e contabilizada a quantidade de vezes que ela foi mencionada nos anos de análise – foram escolhidas as 5 principais técnicas, e o intervalo de tempo que elas foram aplicadas foram de 2007 a 2016. O Anexo B possui a tabela com todas as informações.

**Figura 20 – Análise de tendência**

**Fonte: Autoria própria**

Percebe-se na Figura 20 que a maioria das técnicas possui uma taxa constante. Por isso, não é possível afirmar tendências nas técnicas SMED durante os anos, mas sim que a aplicação delas é praticamente constante durante o intervalo de tempo estudado.

Um ponto de atenção é a diminuição na utilização das 5 principais técnicas nos últimos anos, de 2014 a 2018. Isso se deve pelo menor número de trabalhos que foram considerados nesses anos, uma vez que o número de citações foi um dos critérios para a categorização dos artigos.

## 6 CONCLUSÕES

A partir da análise de trabalhos relacionados ao tema, foi identificado que técnicas de redução de tempo de *setup* apresentam uma grande vantagem competitiva, e o conhecimento relacionado a elas é de grande relevância para indústrias.

A utilização do software *Publish or Perish* foi essencial para o levantamento dos artigos mais relevantes, localizar manualmente os artigos nas plataformas de pesquisas seria inviável ou, no mínimo, necessitaria de muito mais tempo de pesquisa.

Durante o trabalho, utilizando diferentes métodos (quantidade total de citações e média ponderada por ano de citações) foi possível constatar que os autores Richard McIntosh e Mehmet Cakmakci são os autores mais relevantes no estudo de SMED da atualidade.

A leitura dos artigos das técnicas de redução de *setup* foi a parte mais custosa do trabalho, uma vez que a leitura de artigos é uma prática demorada e que exige muita atenção, para isso, algumas técnicas foram utilizadas: ler apenas os capítulos relevantes e aprender a identificar onde as informações importantes estavam localizadas.

Devido a esse elevado tempo utilizado, não foi possível realizar todas as pesquisas, que também englobavam as bibliotecas, as academias e as empresas. Mesmo assim é possível afirmar que, devido a grande amostragem, o trabalho engloba de forma suficiente o campo de estudo proposto.

Com o levantamento das informações e a criação de tabelas para organizá-las, foi possível mensurar quais são as técnicas mais utilizadas na aplicação do SMED, sendo elas: Otimização de fixação; Otimização de operações e Operações paralelas, respectivamente.

E, utilizando o mesmo banco de dados, foi possível mensurar quais os ganhos obtidos. Constatou-se que os ganhos são expressivos, visto que 65% dos trabalhos constataram reduções superiores a 60% no tempo de *setup*. E dos trabalhos analisados, 38% atingiram o tempo estipulado como ótimo por Shingo, um tempo de *setup* inferior a dois dígitos, ou 10 minutos.

Por fim, tinha-se como objetivo analisar uma possível técnica com crescimento acelerado no meio acadêmico, mas foi constatada uma utilização quase constante das técnicas durante os últimos anos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

ANDERE, G. **Implantação de Técnicas de Redução do Tempo de Setup e de Sustentabilidade das Melhorias Obtidas: um Caso de Aplicação.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Produção Mecânica – Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2012.

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Bookman, 1998.

COMPANIES HOUSE. Disponível em: <https://beta.companieshouse.gov.uk/officers/tzt9mYGVqnWftDGftAiw-dv06yE/appointments> em: 25/10/2016

DEL CASTILLO, E.; GRAYSON, J.; MONTGOMERY; D. & RUNGER, G., **A Review of Statistical Process Control Techniques for Short Run Manufacturing Systems, Communications in Statistics-Theory and Methods**, 1996, Vol 25, No 11, p 2723-2737.

DORO, M. **Solução Integrada Para Auxiliar na Garantia da Qualidade na Produção em Pequenos Lotes.** Tese de doutorado, Especialidade Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Catarina, SC. 2009.

FONSECA, T. **Proposta para Redução de tempo de Setup em uma Linha de Produção de Tabletes de Chocolate no Sul do Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, 2017.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso.** *Gestão & Produção*, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

GHINATO, P. Publicado como 2o. cap. do Livro **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

HAY, E.J. **Any machine set-up time can be reduced 75%.** *Industrial Engineering*, v.19, p.62-67, 1987.

HITOMI, K. **Manufacturing Systems Engineering: A Unified Approach to Manufacturing Technology**, Production Management, and Industrial Economics. 2nd edition, CRC Press, 1996. 536 p.

KANNENBERG, G. **Proposta de sistemática para a implantação de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre, 1994 – dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KISSI DEU UNIVERSITY. Disponível em:  
<<http://kisi.deu.edu.tr/mehmet.cakmakci/OZGECMIS.html>  
> em: 25/10/2016

LIN, S.; LAI, Y.; CHANG, S. **Short-run statistical process control: Multicriteria part family formation**. *Quality and reliability engineering international*, 1997, Vol. 13, No. 1, p 9-24.

LUNA, S. V.; **Planejamento de pesquisa, uma introdução**. PUC, São Paulo, 1997.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. Atlas, 2003.

MCINTOSH, R. et. al. **An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance**. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, n.9, pp. 5D22, 1996.

MONDEM, Y. **O sistema Toyota de produção**. São Paulo: IMAM, 1983.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção**. Bookman, 1997.

ORDUÑA-MALEA, E.; AYLLÓN, J.M.; MARTÍN-MARTÍN, A.; DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E. (2014). **About the size of Google Scholar: playing the numbers**. Granada: EC3 Working Papers, 18: 23 July 2014.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing: the SMED system**. Productivity Press, 1985.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição. UFSC, Florianópolis, 2005.

SOUZA, R.M.; LIMA, R. M.; CARVALHO, D.; ALVES, A. **Na industrial application of resource Constrained Scheduling for Quick Changeover**. Industrial Engineering and Engineering Management, p. 189-183, 2009.

VAINE, A. **Estudo de tendências e impacto de inovações em técnicas de redução de tempo de *setup* via aplicação de mineração tecnológica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Mecânica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, 2016.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**. Maxwell Macmillian International. Nova York, Estados Unidos. 1990.

WIESE, D. Implantação do conceito de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma empresa produtora de peças automobilísticas. Trabalho de conclusão de curso, Universidade do estado de Santa Catarina/SC, 2007.

**ANEXO A**



<i>Cites</i>	<i>Authors</i>	<i>Title</i>	<i>Year</i>	<i>Palavras-chave</i>	<i>Padronizado</i>	<i>Redução obtida</i>	<i>Setup antes</i>	<i>Setup depois</i>
99	A Carrizo Moreira...	Single minute exchange of die- a case study implementation	2011	SMED methodology; changeover; setup; process innovation.	Técnicas específicas; Checklist; Movimentação; Treinamentos de SMED; Redução de ajustes.	60%>	30-10min	10min<
76	B Jit Singh, D Khanduja	SMED- for quick changeovers in foundry SMEs	2009	Lead times, Foundry engineering, Small to medium-sized enterprises, Productivity rate	Redução de ajustes; Novos ferramentas e processos; Ferramentas Lean; Otimização de operações.	60%>	60min>	60min>
66	B Ulutas	An application of SMED Methodology	2011	die exchange, internal-external set-up, lean manufacturing, single minute die exchange.	Novos ferramentas e processos; Otimização de fixação; Checklist.	20%<	10min<	10min<

59	MA Almomani, M Aladeemy, A Abdelhadi...	A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques	2013	Setup reduction SMED MCDM Productivity improvement Lean	Otimização de fixação; Automatização.	60%>	60min>	60-30min
51	FP Guzmán, K Salonitis	Improving changeover time- a tailored SMED approach for welding cells	2013	Lean manufacturing; SMED; changeover time, set-up time	Automatização; Movimentação Otimização de fixação; Operações paralelas Otimização de operações.	20%>	30-10min	10min<
23	RM Sousa, RM Lima, JD Carvalho...	An industrial application of resource constrained scheduling for quick changeover	2009		Otimização de operações; Operações paralelas; Movimentação; Redução de ajustes.	60%>	60-30min	30-10min

22	M Perinić, M Ikonić, S Maričić	DIE CASTING PROCESS ASSESSMENT USING SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) METHOD.	2009	die casting, automobile industry, the SMED method, changeover of tools	Otimização de fixação; Técnicas específicas; Otimização de fixação; Otimização de operações; Checklist; Ferramentas Lean.	40%>	60min>	60min>
18	PMP Mota	Estudo e implementação da metodologia SMED eo seu impacto numa linha de produção	2007	SMED; Lean Manufacture; Kaizen	Operações paralelas; movimentação ; Otimização de fixação; Redução de ajustes; Novos ferramentas e processos; Checklist.	60%>	60min>	60-30min
15	D Ribeiro, F Braga, RM Sousa, SC Silva	An application of the SMED methodology in an electric power controls company	2011	Machine setup, Quick changeover, SMED, Mass customization, Lean manufacturing	Otimização de fixação; Técnicas específicas; Otimização de operações; Redução de ajustes; Ferramentas Lean; Operações paralelas; Técnicas específicas; Checklist.	80%>	60min>	10min<

15	R Rodríguez-Méndez, D Sánchez-Partida...	A case study-SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	2015	JIT, SMED, Continuous flow, Forecast, Kanban, Aggregate Planning	Otimização de operações; Ferramentas Lean.	60%>	60-30min	10min<
15	P Costa, AC Alves, RM Sousa	Implementação da metodologia Quick ChangeOver numa linha de montagem final de auto-rádios-para além da técnica SMED	2011		movimentação ; Operações paralelas; Movimentação; Otimização de fixação; Novos ferramentas e processos.	20%>	10min<	10min<
14	S Tharisheneprem	Achieving full fungibility and Quick Changeover by turning knobs in tape and Reel machine by applying SMED theory	2008		Otimização de fixação; Otimização de operações Redução de ajustes; Operações paralelas.	80%>	60min>	10min<

13	A Abraham, KN Ganapathi, K Motwani	Setup time reduction through Smed technique in a stamping production line	2012	Set –Up Time Reduction, SMED, 5S, SOP, NVA Elimination.	Otimização de fixação; Novos ferramentas e processos; Otimização de operações.	60%>	60min>	60min>
12	S Palanisamy, S Siddiqui	Changeover time reduction and productivity improvement by integrating conventional SMED method with implementation of MES for better production planning ...	2013	Single Minute Exchange of Dies, Manufacturing Execution System, Planning System Interface, Heating Ventilating Air-Conditioner.	Otimização de fixação; Otimização de operações.	60%>	30-10min	10min<
12	S Pellegrini, D Shetty, L Manzione	Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen	2012	Lean Manufacturing, Setup Reduction, Single Minute Exchange of Die (SMED).	Novos ferramentas e processos; Otimização de operações; Redução de ajustes Ferramentas Lean.	40%>	60min>	60-30min

11	YR Mali, KH Inamdar	Changeover time reduction using SMED technique of lean manufacturing	2012	Change over Time, SMED, Time Study.	Técnicas específicas; Otimização de fixação; Operações paralelas; Aumento da qualidade do processo.	40%>	60min>	60min>
10	AC Moreira, PMT Garcez	Implementation of the single minute exchange of die (SMED) methodology in small to medium-sized enterprises- A Portuguese case study	2013		Otimização de operações; Aumento da qualidade do processo; Técnicas específicas.	60%>	60min>	60-30min
9	S Shinde, S Jahagirdar, S Sane...	Set-up time reduction of a manufacturing line using smed technique	2014	Setup Reduction, Single Minute Exchange of Die (SMED), bottleneck, Internal and External Activity.	Aumento da qualidade do processo; Otimização de operações; Operações paralelas; Movimentação.	80%>	60-30min	30-10min
7	M Faccio	Setup time reduction- SMED- balancing integrated model for manufacturing	2013	SMED, Balancing, Transfers, Manufacturing Systems	Operações paralelas; Checklist; Novos ferramentas e processos.	60%>	60min>	60min>

		sys-tems with automated transfer						
6	E Costa, S Bragança, R Sousa...	Benefits from a SMED Application in a Punching Machine	2013	Lean production, setup process, SMED.	Movimentação; Otimização de operações; Aumento da qualidade do processo.	60%>	30-10min	10min<
5	IW Adanna, A Shantharam	Improvement of setup time and production output with the use of single minute exchange of die principles (SMED)	2013	SMED – Single Minute Exchange of Dies, Internal Activities, External Activities, Setup of a Centerless grinder	Operações paralelas; Otimização de fixação; Técnicas específicas.	80%>	30-10min	30-10min
5	JDM Méndez, RS Rodríguez	Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED	2016	Cell . Production . Productivity . SMED . Time	Operações paralelas; Ferramentas Lean; movimentação .	60%>	60-30min	60-30min
5	JD Bajpai	Smed (single-minute exchange of die) methodology in garment manufacturing industry- Case	2014	SMED, Style Change over, Garment industry, Manufacturing	Aumento da qualidade do processo; movimentação .	20%>	60min>	60min>

		study in reducing style change over time						
5	R Bharath, AC Lokesh	Lead Time Reduction of Component Manufacturing Through Quick Changeover (QCO)	2008	Lead time, Quick Changeover, Manufacturing	Novos ferramentas e processos; Otimização de fixação; Operações paralelas; Ferramentas Lean.	40%>	60min>	60-30min
4	A Simões, A Tenera	Improving setup time in a Press Line– Application of the SMED methodology	2010		Automatização; Operações paralelas; Otimização de operações.	20%>	30-10min	30-10min
4	MS Desai	Productivity enhancement by reducing setup time- SMED- case study in the automobile factory	2012	Lean Manufacturing, SMED, Changeover. Internal and external setups.	Automatização; Otimização de fixação; Ferramentas Lean.	80%>	60-30min	10min<





## ANEXO B

<b>Otimização de fixação</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	2
2008	2
2009	3
2010	0
2011	3
2012	3
2013	4
2014	0
2015	0
2016	0
<b>Otimização de operações</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	0
2008	1
2009	4
2010	1
2011	1
2012	2
2013	4
2014	1
2015	1
2016	0

<b>Operações paralelas</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	1
2008	2
2009	1
2010	1
2011	2
2012	2
2013	3
2014	1
2015	0
2016	1
<b>Movimentação</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	1
2008	0
2009	1
2010	0
2011	3
2012	0
2013	2
2014	2
2015	0
2016	1

<b>Novos ferramentas e processos</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	1
2008	1
2009	1
2010	0
2011	2
2012	3
2013	2
2014	0
2015	0
2016	0
<b>Técnicas específicas</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	0
2008	0
2009	1
2010	0
2011	3
2012	1
2013	3
2014	0
2015	0
2016	0

<b>Ferramentas Lean</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	0
2008	1
2009	2
2010	0
2011	1
2012	2
2013	0
2014	0
2015	1
2016	1
<b>Redução de ajustes</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	1
2008	1
2009	2
2010	0
2011	2
2012	1
2013	0
2014	0
2015	0
2016	0

<b>Checklist</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	1
2008	0
2009	1
2010	0
2011	3
2012	0
2013	1
2014	0
2015	0
2016	0
<b>Aumento da qualidade do processo</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	0
2008	0
2009	0
2010	0
2011	0
2012	1
2013	2

2014	3
2015	0
2016	0

<b>Automatização</b>	
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
2007	0
2008	0
2009	0
2010	1
2011	0
2012	0
2013	1
2014	2
2015	0
2016	0

## ANEXO C

<i>Cites</i>	<i>Authors</i>	<i>Title</i>	<i>Year</i>
99	A Carrizo Moreira...	Single minute exchange of die- a case study implementation	2011
48	MK Karasu, M Cakmakci, MB Cakiroglu, E Ayva...	Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production	2014
59	MA Almomani, M Aladeemy, A Abdelhadi...	A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques	2013
102	M Cakmakci	Process improvement-performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry	2009
51	FP Guzmán, K Salonitis	Improving changeover time- a tailored SMED approach for welding cells	2013
66	B Ulutas	An application of SMED Methodology	2011
76	B Jit Singh, D Khanduja	SMED- for quick changeovers in foundry SMEs	2009
22	A Azizi	Designing a future value stream mapping to reduce lead time using SMED-A case study	2015
77	SC Trovinger, RE Bohn	Setup time reduction for electronics assembly: Combining simple (SMED) and IT-based methods	2005

90	C Moxham, R Greatbanks	Prerequisites for the implementation of the SMED methodology- A study in a textile processing environment	2001
15	R Rodríguez-Méndez, D Sánchez-Partida...	A case study- SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	2015
5	J Lozano, JC Saenz-Díez, E Martínez...	Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED	2017
23	S Jebaraj Benjamin, U Murugaiah...	The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm	2013
8	M Braglia, M Frosolini, M Gallo	Enhancing SMED- Changeover Out of Machine Evaluation Technique to implement the duplication strategy	2016
18	ESM Costa, RM Sousa, S Bragança, AC Alves	An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools	2013
19	RR Joshi, GR Naik	Application of SMED methodology—a case study in small scale industry	2012
19	JR Henry	Achieving lean changeover-putting SMED to work	2012
3	AA Karam, M Liviu, V Cristina, H Radu	The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project	2018
23	RM Sousa, RM Lima, JD Carvalho...	An industrial application of resource constrained scheduling for quick changeover	2009

10	A Sayem, MA Islam, MMA Khan	Productivity enhancement through reduction of changeover time by implementing SMED technique—in furniture industry	2014
5	JDM Méndez, RS Rodríguez	Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED	2016
5	JR Díaz-Reza, JL García-Alcaraz, V Martínez-Loya...	The Effect of SMED on Benefits Gained in Maquiladora Industry	2016
22	M Perinić, M Ikonić, S Maričić	DIE CASTING PROCESS ASSESSMENT USING SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) METHOD.	2009
12	S Palanisamy, S Siddiqui	Changeover time reduction and productivity improvement by integrating conventional SMED method with implementation of MES for better production planning ...	2013
9	S Shinde, S Jahagirdar, S Sane...	Set-up time reduction of a manufacturing line using smed technique	2014
13	A Abraham, KN Ganapathi, K Motwani	Setup time reduction through Smed technique in a stamping production line	2012
15	D Ribeiro, F Braga, RM Sousa, SC Silva	An application of the SMED methodology in an electric power controls company	2011
15	P Costa, AC Alves, RM Sousa	Implementação da metodologia Quick ChangeOver numa linha de montagem final de auto-rádios- para além da técnica SMED	2011
19	AS Alves, A Tenera	Improving SMED in the Automotive Industry- A case study	2009

12	S Pellegrini, D Shetty, L Manzione	Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen	2012
10	AC Moreira, PMT Garcez	Implementation of the single minute exchange of die (SMED) methodology in small to medium-sized enterprises- A Portuguese case study	2013
6	V Kumar, A Bajaj	The implementation of single minute exchange of die with 5's in machining processes for reduction of setup time	2015
2	D Sabadka, V Molnar, G Fedorko	The use of lean manufacturing techniques–SMED analysis to optimization of the production process	2017
17	PL King	SMED in the process industries- Improved flow through shorter product changeover	2009
11	YR Mali, KH Inamdar	Changeover time reduction using SMED technique of lean manufacturing	2012
18	PMP Mota	Estudo e implementação da metodologia SMED eo seu impacto numa linha de produção	2007
17	F Birmingham, J Jelinek	Quick Changeover Simplified- The Manager's Guide to Improving Profits with SMED	2007
6	GJ Pawar, NS Sirdeshpande, AB Atram...	Reduction in setup change time of a machine in a bearing manufacturing plant using SMED and ECRS	2014
3	M Inteligente	Implementar Smed Lean-Single Minute Exchange of Dies	2016
3	J Filla	The Single Minute Exchange of Die Methodology in a High-Mix Processing Line	2016



14	S Tharisheneprem	Achieving full fungibility and Quick Changeover by turning knobs in tape and Reel machine by applying SMED theory	2008
7	M Faccio	Setup time reduction- SMED-balancing integrated model for manufacturing systems with automated transfer	2013
22	LG Wenger, BW Hauck	Multiple purpose quick-changeover extrusion system	2002
5	JD Bajpai	Smed (single-minute exchange of die) methodology in garment manufacturing industry- Case study in reducing style change over time	2014
6	E Costa, S Bragança, R Sousa...	Benefits from a SMED Application in a Punching Machine	2013
8	M Sivasankar, N Dhandapani, S Manojkumar...	Experimental verification of Single Minute Exchange of Dies (SMED)	2011
13	R Lopes, C Neto, JP Pinto	Quick Changeover-Aplicação prática do método SMED	2006
10	RJ Couto	Estudo de Implementação do Método SMED e do Método de Taguchi no Processo de Injecção de Plásticos	2008
5	IW Adanna, A Shantharam	Improvement of setup time and production output with the use of single minute exchange of die principles (SMED)	2013
4	A Carrizo-Moreira	Single minute exchange of die and organizational innovation in seven small and medium-sized firms	2014
3	MA Ibrahim, E Mohamad, MH Arzmi, MAA Rahman...	Enhancing efficiency of die exchange process through single minute exchanging die at a textile	2015

		manufacturing company in Malaysia	
1	R Ahmad, MSF Soberi	Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC ...	2018
5	CH Wang, JH Kao, S Kumar Thakur	Implementation of the Lean Model for Carrying out Value Stream Mapping and SMED in the Aerospace Engine Case Production	2012
4	K Herr	Quick Changeover Concepts Applied- Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED	2013
4	A Posteucă, M Zapciu	Quick changeover: continuous improvement and production costs reduction for plastic-molding machines	2013
3	K Sharma, N Naik, A Prabhu...	Setup time reduction for cnc hobbing machine Implementing smed and design of "split fixture	2014
3	MA Musa, AM Ibrahim, S Ravi, ZFZ Abidin...	A case study and analysis of setup reduction for stamping dies—Smed approach	2014
3	R Assaf, T Haddad	Performance improvement using the single minute exchange of die (SMED) methodology in an aluminum profiles extrusion production system	2014
7	MA PEREIRA	Estudo de caso da metodologia SMED- questões operacionais para implantação em tornos CNC	2008
4	MS Desai	Productivity enhancement by reducing setup time-SMED- case study in the automobile factory	2012

2	M Lv, N Zhang, J Jiang, Q Wang	Analysis and Application of SMED in an Injection Molding Machine Based on VSM	2015
2	K Ram, S Kumar, DP Singh	Industrial benefits from a SMED methodology on high speed press in a punching machine: A review	2015
2	SP Gaikwad, SS Avhad, SS Pawar, PR Thorat	Reduction in setup time on rubber moulding machine using SMED technique	2015
2	NS Jagtap, VD Ugale, MM Kamble, AV Salve	Set-up Time Reduction of Machine Using SMED Technique and Lean Manufacturing	2015
2	HRV Sanches	Aplicação da Metodologia Smed na Indústria Vidreira	2015
3	ML Mulla, SG Bhatwadekar...	Implementation of Lean Manufacturing Through the Technique of Single Minute Exchange of Die (SMED) to Reduce Change Over Time	2013
3	K Tilkar, R Nagaich, K Marwah	Improving productivity of a manufacturing plant using single minute exchange of die	2013
4	RW Schell, JA Fry, AJ Binderup...	Material forming machine incorporating quick changeover assembly	2011
5	R Bharath, AC Lokesh	Lead Time Reduction of Component Manufacturing Through Quick Changeover (QCO)	2008
5	GCS Pais	Estudo e implementação da metodologia SMED na Inplas	2008
4	A Simões, A Tenera	Improving setup time in a Press Line—Application of the SMED methodology	2010
3	M Cakmakci, MK Karasu, MB Çakiroglu, E Ayva...	Faster changeovers via improved SMED empowered by Taguchi/case study on injection molding production	2012

3	EC Moutinho	Desenvolvimento de um jogo de simulação do sistema de produção Lean ferramentas: balanceamento da linha, VSM e SMED	2012
2	H Ting-hua, D Lan-juan, X Tian	The design of minitab/DDE based six sigma management integrated system and its application in SMED	2014
1	MK Gandhi, AK Singh	Reduction of Setup Time by Implementation of SMED Methodology	2016
1	G Garg, A Gupta, RS Mor...	Execution of single minute exchange of die on corrugation machine in cardboard box manufacturing company: a case study	2016
1	GP Carrington	Aplicação das metodologias Kaizen Diário e SMED no processo produtivo de uma fábrica	2016
2	N Baishya, SU Rao	Applying smed/qco tool to improve the productivity At screwing station of hfr assembly—a study at Robert bosch (i) limited	2013
2	B Nystha, RU Sathish, D Sharath	Applying Lean Manufacturing Tool (SMED/QCO) to Overcome Additional Investment for Meeting Customer Needs—A Study at Robert Bosch (I) Limited	2013
3	ACP Simões	Melhoria do tempo de troca numa linha de prensagem aplicação do método SMED	2010
4	TB Michels	Application of Shingo's Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology to Reduce Punch Press Changeover Times at Krueger International”	2007

3	M Lindstrom, M Haag, J Makitalo	Apparatus and method for handling short run quick changeover fabrication jobs	2009
2	LS Nee, CS Hou, SH Yee, S Razalli...	External setup in SMED improvement in an injection molding manufacturing company	2012
2	MS De Souza, LC Brandão, A Rascalha...	Implantation of the SMED technology into an auto parts industry: a case study	2012
1	P BALON, J BUCHTOVÁ	Application of SMED Methodology in deep drawn stamping	2015
1	PK Bandyopadhyay, S Naik...	Reduction of Setup Time through SMED Approach: A Case Study in the Pharmaceutical Industry	2015
1	M Sivakumar, T Balasubramani, MC Stany	Lean Manufacturing in Carriage Building Press Shop using by SMED and VSM tools	2015
1	NA Raikar	Reduction in Setup Time by SMED Methodology: A Case Study	2015
1	J Mihok, J Kádárová, M Demečko...	The use of SMED in engineering manufacturing.	2015
1	IA da Costa	Aplicação da Metodologia Smed Numa Linha Cnc de Produção de Mobiliário	2015
5	HC Chao	SMED- set-up time reduction and its components	2001
2	M Nowacka	Optimization of the process changeover of SMED, Post Graduate work under the direction of K	2011
3	CT Kanzawa	Aplicação do SMED em uma indústria farmacêutica	2006
2	O Peter	Extending the technology envelope of equipment fungibility with single minute exchange die (SMED) novel solution	2010

2	D Ribeiro	Melhoria dos processos de mudança de série através da metodologia SMED na fabricação de componentes plásticos e metálicos na GE Power Controls ...	2010
1	O MINOR	Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos	2014
1	SPS Pereira	Implementação da metodologia SMED no setor das prensas de corte de chapa	2014
4	V Sharma	Features-SMED for High-Mix Assembly-Quick changeover techniques for PCB assembly machines can optimize the production process and improve ...	2001
2	P King	SMED in the process industries: improved flow through shorter product changeovers. Textos de apoio de Peter King. Obtido de Institute of Industrial ...	2009
2	HFF Palilha	Aplicação da metodologia SMED na industria farmacêutica	2009
2	SV Conceição, IA Rodrigues, AA Azevedo...	Development and implementation of a SMED methodology in contract manufacturing environments	2009
2	SA Johnsson	Lean production: Value stream analysis and application of SMED on pre-assembly machine	2008
2	AMF Gomes	Quick Changeover em linha de montagem final	2008
2	R Lopes, C Neto, JP Pinto	Quick Changeover: Practical application of method SMED	2006
1	YYL Hui	Application of SMED in the SMT workshop	2011

1	J Unterborn	A Study of a management supported single minute exchange of die (SMED) program for the flexible packaging industry	2011
1	TFT Bidarra	Implementação da metodologia SMED numa empresa do sector da indústria automóvel	2011
1	RFF Massa	SMED: Sixty Minute Exchange of Diaper	2010
1	PMT Garcez	SMED em equipamentos de corte de poliuretano: um caso de estudo	2010
1	AI Perez	Implementação da metodologia SMED nas unidades de produção de embalagens de cartão	2009
1	MR Vukićević, S Vojinović...	Implementation of SMED method in wood processing	2007
1	SL Lu, JS Lu, MF Jiang	The study of SMED in lean production.	2006
1	E Mohamad, MH Arzmi, T Ito, MS Kasim, T Sahroni	Rashid, 2014. Improving die exchange process in textile manufacturing company with SMED	2004
1	CSR Neumann, JLD Ribeiro	Supply chain development: a case study applying the single minute exchange of die technique	2004
1	CL Moxham	An Examination of Single Minute Exchange of Die Implementation Within a Textile Processing Operation	2000
1	IR UHLMANN <sup>1</sup> , JC LEITE <sup>1</sup> , JADAS SOUZA <sup>1</sup>	Aplicação de SMED em um processo SMT: Estudo de caso	
0	C Parisotto...	SMED method: Analysis and improvement	2016