

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LUCAS MONTEIRO PEREIRA**

**APLICAÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF) EM  
LINHAS DE RECEBIMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA  
INDÚSTRIA DO SETOR SEMENTEIRO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2016**

**LUCAS MONTEIRO PEREIRA**


**APLICAÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF) EM  
LINHAS DE RECEBIMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA  
INDÚSTRIA DO SETOR SEMENTEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de TCC2 como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de engenharia de produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia

**PONTA GROSSA**

**2016**

	<p><b>Ministério da Educação</b> <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO</b> <b>PARANÁ</b> <b>CÂMPUS PONTA GROSSA</b> Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <p><b>UTPR</b> UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</p>
---	---	---

## **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

Aplicação de troca rápida de ferramentas (TRF) em linhas de recebimento: um estudo de caso em uma indústria do setor sementeiro

por

*Lucas Monteiro Pereira*

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 09 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia**  
Prof. Orientador

---

**Prof. Me. Ana Maria Bueno**  
Membro titular

---

**Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski**  
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me apoiou e a todos os amigos e pessoas que fazem e fizeram parte de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço aos meus pais Aldair e Mônica que sempre me apoiaram e deram o suporte necessário, ao meu irmão Levy que sempre incentiva.

À minha namorada Letícia que é minha companheira e que acredita, me dá forças para sempre continuar e divide comigo todas as conquistas.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Juan Garcia, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus amigos Túllio Madrilles e Carlos Eduardo que sempre estiveram presentes durante esta caminhada.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Daria tudo que sei pela metade do que  
ignoro.  
(DESCARTES, René)

## RESUMO

PEREIRA, Lucas Monteiro. **Aplicação de troca rápida de ferramentas (TRF) em linhas de recebimento**: um estudo de caso em uma indústria do setor sementeiro. 2016. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia de produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

O setor agroindustrial é um dos setores fundamentais da economia brasileira, sendo responsável por geração de parte significativa do produto interno bruto (PIB) e geração de emprego e renda, principalmente o setor de sementes de milho. Devido ao surgimento de novas tecnologias e melhoramento dos processos agroindustriais a competitividade tem se mostrado cada dia mais presente no dia a dia das empresas. Em virtude desses fatos, o objetivo deste trabalho é reduzir o tempo de *setup* de três processos que compõem quatro linhas de recebimento em uma indústria de beneficiamento de sementes localizada na cidade de Paracatu / MG, através da metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED). A metodologia desta pesquisa é a de estudo de caso, pois são sugeridas alterações no processo de troca de ferramentas, que aumentaram a produtividade e a eficiência da indústria. Como resultados obteve-se uma redução de 56% do tempo de *setup* necessário para fazer a limpeza das linhas de produção, representando um aumento na capacidade produtiva da planta de 6,2%.

**Palavras-chave:** Setor agroindustrial. *Setup*. SMED. Eficiência.

## ABSTRACT

PEREIRA, Lucas Monteiro. **Application of Single Minute Exchange of Die (SMED)**: a case study in an industry of the seed sector. 2016. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia de produção) - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2016.

The agribusiness sector is one of the key sectors of the Brazilian economy and is responsible for generating a significant portion of gross domestic product (GDP) and job creation and income, mainly maize seed sector. Due to the emergence of new technologies and improvement of agro-industrial processes competitiveness has shown more and more present in day to day of the companies. Because of these facts, the objective of this work is to reduce setup time of three processes that make up four receiving lines in a seeds processing plant located in Paracatu / MG, through the SMED methodology. The methodology of this research is a case study because changes are suggested in the setup process that can increase the productivity and efficiency of the company. As a result, there was obtained a reduction of 56% of the setup time required to clean the production line, representing an increase in the productive capacity of the plant of 6.2%.

**Keywords:** Agroindustrial sector. Setup. SMED. Efficiency.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Os quatro estágios da metodologia SMED.....	19
Figura 2 – Benefícios da troca rápida com SMED.....	22
Figura 3 – Fluxograma de produção da fábrica em estudo.....	28
Figura 4 – Fluxograma do recebimento antes da aplicação da metodologia SMED..	33
Figura 5 – Fluxograma do recebimento após a aplicação da metodologia SMED....	38

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 – Estoque de bobinas prontas para entrar na máquina a ser estudada .....	29
Fotografia 2 – Alimentadora de aço da fábrica em estudo.....	30
Fotografia 3 – Produto final da máquina alimentadora de aço.....	30
Fotografia 4 – Carreta com 1% de espigas.....	35
Quadro 1 – Estágios conceituais do SMED e as técnicas associadas.....	24

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Proporções dos tempos de <i>setup</i> antes da metodologia SMED ser aplicada .....	21
Gráfico 2 – Proporções dos tempos de <i>setup</i> depois da metodologia SMED ser aplicada.....	21
Gráfico 3 – Comparação entre os tempos de <i>setup</i> internos (h).....	39
Gráfico 4 – Tempo médio de <i>setup</i> externo x <i>setup</i> interno (h).....	40
Gráfico 5 – Tempo de <i>setup</i> interno nas linhas de recebimento (h).....	40

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AV	Agregam Valor
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
DNAV	Desnecessárias que não agregam valor
ELSP	<i>Economic Lot Scheduling Problem</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IT	Instrução de Trabalho
JIT	<i>Just in Time</i>
LOTO	<i>Lock Out Tag Out</i>
NAV	Não Agregam Valor
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIB	Produto Interno Bruto
SciELO	<i>Scientific Eletronic Library Online</i>
SDC	Sistema de Descarga por Correia
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
WWB	<i>Warm Water Bath</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE <i>SETUP</i> .....	14
2.1.1 Conceito de Lote Econômico.....	14
2.2 FILOSOFIA <i>JUST IN TIME</i> .....	15
2.3 HISTÓRIA DA METODOLOGIA SMED.....	17
2.3.1 O que é SMED.....	17
2.3.2 Estágios da Metodologia SMED.....	18
2.3.3 A Importância da SMED na Implementação dos Sistemas de Produção Enxuta .....	20
2.4 VALOR AGREGADO.....	22
2.5 TÉCNICAS E PRÁTICAS PARA A APLICAÇÃO DO SMED.....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1 AMBIENTE DE PESQUISA .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1 MUDANÇAS NO SDC.....	34
4.2 MUDANÇAS NA DESPALHA.....	36
4.3 MUDANÇAS NO SECADOR.....	37
4.4 ANÁLISE DOS GANHOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DO SMED.....	37
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE A - Formulário para coleta de dados dos <i>setups</i>.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE B - Instrução de Trabalho para o SDC.....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE C - Instrução de Trabalho das Despalhadeiras.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE D - Instrução de Trabalho dos Secadores.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No ano de 2016 o mercado brasileiro tem apontado grandes variações econômicas principalmente no setor agroindustrial. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016), o setor agroindustrial vem enfrentando quedas em seus indicadores econômicos. De janeiro a agosto de 2016 o setor agroindustrial geral apresentou uma queda de 2,6% quando comparado com o mesmo período de 2015.

A engenharia de produção, apesar de ser uma engenharia mais contemporânea do que as tradicionais, vem mostrando sua importância e forte influência no mercado nas mais diversas áreas. Especialmente em tempos de crise econômica o engenheiro de produção tem seu papel destacado pelo fato de que geralmente é o responsável por indicar pontos de melhoria a serem realizados, custos dispensáveis que podem ser cortados, e principalmente melhorias no processo já existente.

Uma das áreas fundamentais de estudo do engenheiro de produção é o Planejamento e Controle da Produção (PCP). Dentro do PCP, na área do *Lean Manufacturing*, ou, Manufatura Enxuta, uma das áreas estudadas é a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou em português Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Perante esse cenário que exige eficiência e competitividade das empresas, a metodologia SMED tem como objetivo a redução do tempo de *setup* de máquinas nos mais variados tipos de indústrias.

A metodologia SMED funciona em quatro etapas, onde é identificado qual parte do *setup* pode sofrer alterações fazendo com que seu tempo seja reduzido para até um dígito de minuto (SHINGO, 1996). Com o tempo de *setup* reduzido ao mínimo possível a indústria consegue aumentar sua produtividade e eficiência, permitindo à empresa continuar competitiva efetuando melhorias no processo produtivo.

Este estudo de caso foi proposto para ser aplicado em três atividades essenciais da indústria, onde todas as espigas recebidas passam obrigatoriamente por estas etapas para dar continuidade no processo de beneficiamento. Sendo assim a pergunta que deve ser respondida por este estudo é: quais os ganhos que podem ser obtidos com a aplicação da metodologia SMED em três setores das linhas de recebimento de uma indústria sementeira?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral reduzir o tempo de *setup* aplicando a metodologia SMED nas quatro linhas de recebimento de uma indústria sementeira de grande porte.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Coletar informações e os tempos atuais de *setup* das atividades estudadas;
- Analisar quais atividades do *setup* podem ser alteradas;
- Implementar a metodologia SMED e verificar os resultados obtidos;
- Propor melhorias ao processo;
- Elaborar instruções de trabalho (IT) para os colaboradores.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A metodologia SMED quando aplicada corretamente exerce influência direta no planejamento da produção, ou seja, com a redução nos tempos de *setup* não há mais a necessidade de produzir grandes quantidades de produtos intermediários além do necessário, a fim de produzir estoques intermediários devido ao longo tempo em que a máquina será utilizada para produzir outros produtos (SHINGO, 2000).

De acordo com Slack *et. al.* (2007), a capacidade produtiva é a máxima produção disponível que pode-se obter em condições comuns de trabalho e em um período de tempo determinado. A metodologia SMED possibilitará que o tempo de *setup* seja reduzido através da eliminação de desperdícios, assim aumentando a capacidade produtiva desta indústria em específico, otimizando o processo produtivo e o método utilizado atualmente.

O mercado consumidor brasileiro exige cada vez mais das empresas que apresentem maior flexibilidade quanto a variedade de produtos, produção mais rápida e maior qualidade. Dentre muitas ferramentas e procedimentos que podem ser aplicados às indústrias, a melhoria do procedimento do *setup* pode ajudar a alcançar estes objetivos.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DEFINIÇÃO DE *SETUP*

De acordo com Kannenberg (1994), tempo de *setup* é a diferença de tempo entre a produção da última peça boa que atenda os limites de especificação do lote anterior até a saída da primeira peça boa do próximo lote com a qualidade desejada. Para realizar o planejamento da produção deve ser levado em consideração a existência dos custos de *setup* e dos custos de manutenção do inventário.

A diminuição dos tempos de *setup* permite que a produção seja realizada em pequenos lotes. A técnica chamada de lote econômico de produção possibilita calcular o tamanho de lote que otimiza o processo, minimizando os custos por unidade produzida, contudo é necessário que se tenha como objetivo também a diminuição dos custos de *setup* e de manutenção do inventário. Entretanto este método realiza o cálculo do lote econômico sem levar em consideração outros itens que também façam parte da mesma linha de produção.

#### 2.1.1 Conceito de Lote Econômico

O “Problema da Programação de Lotes Econômicos de Produção”, do inglês *Economic Lot Scheduling Problem* (ELSP), consiste no planejamento e programação de uma linha de produção que possui a necessidade de produzir dois ou mais itens em uma mesma máquina, atendendo a demanda do mercado sem atrasos (ELMAGHRABY, 1978). A partir deste problema tem início o pensamento em adaptar padrões de produção cíclicos fundamentados no lote econômico de produção, calculando separadamente cada item nesta linha de produção.

Quando somente um produto necessita ser produzido, a linha de produção funciona por um determinado período de tempo e depois fica ociosa até que o estoque de produtos acabe. Contudo, quando essa mesma linha produz mais de um item começa a existir uma concorrência entre os itens para definir qual será produzido de forma que os custos sejam mínimos.

A maneira tradicional que o *setup* das máquinas é realizado sustenta que este tempo não pode ser extinguido, ele pode apenas ser reduzido através da experiência

e prática do operador ou colaborador dedicado exclusivamente ao *setup* da máquina. Para que o conceito de produção em lotes econômicos funcione, os desperdícios de tempo devido ao *setup* das máquinas devem ser reduzidos a zero. O benefício que este método garante é a flexibilização da produção, permitindo assim que a empresa consiga responder rapidamente às mudanças de mercado (SHINGO, 2000).

Para atender variações do mercado consumidor é preciso que muitos *setups* sejam realizados, entretanto só é economicamente viável a realização de vários *setups* se o tempo de manutenção for pequeno. Para que isso ocorra é necessário a implantação da metodologia SMED (SHINGO, 2000).

## 2.2 FILOSOFIA *JUST IN TIME*

O *Just in Time* (JIT), nasceu no Japão, na década de 70, dentro da Toyota Motor Company. A empresa necessitava de um sistema de administração da produção que apresentasse flexibilidade e confiabilidade. Esse sistema deveria possuir a competência de coordenar a programação da produção atendendo a demanda dos clientes que exigiam diferentes modelos e cores de veículos e sem atraso (GIANESI e CORRÊA, 1993).

De acordo com Pozo (2004) o “JIT é o resultado do emprego de conceitos simples para eliminar perdas e elevar a moral e a dignidade dos funcionários”. O JIT é um programa que integra todos os níveis da fábrica em função da melhoria contínua. Todos os colaboradores da empresa devem ter como objetivo a melhoria da qualidade, do operacional, e também da redução dos desperdícios, para isto os setores devem ser integrados em uma visão do todo e as máquinas devem ser flexíveis, com a filosofia de *setup* rápido aplicada a elas.

Para Alvarez (2001) o JIT é uma filosofia que tem como objetivo a eliminação de desperdícios na indústria, com a finalidade de diminuir custos e aumentar a competitividade. Os desperdícios que devem ser eliminados podem ser identificados como alto tempo de *setup* nas máquinas, altos estoques, movimentações desnecessárias, alto tempo de fabricação de itens e baixa qualidade nos produtos.

Segundo Corrêa e Giansesi (1993) a filosofia JIT também possui algumas metas que devem ser utilizadas como guia para a redução de custos e controle do processo além da eliminação dos desperdícios, são elas:

- Zero defeito;
- Tempo zero de *setup*;
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- *Lead time* zero;
- Lote unitário de fabricação.

O elemento mais importante para que o planejamento da produção seja realizado corretamente é a estimativa do tempo que será necessário para realizar as atividades de produção. O desperdício do tempo é um ponto fundamental entre o sucesso e fracasso da estratégia, pois ele não pode ser recuperado. Para demonstrar a importância da redução dos tempos e custos do *setup* em uma máquina Harmon e Peterson (1991) expõem três motivos para justificar o aumento da eficiência no *setup* de uma máquina:

1 - Se o custo de *setup* de uma máquina é alto, existe a necessidade de produção em grandes lotes e conseqüentemente há um elevado nível de estoque. Por outro lado, se o custo de *setup* é pequeno, ou seja, economicamente viável, a produção passa a ser realizada em pequenos lotes, produzindo apenas o necessário reduzindo o investimento em estoques.

2 – Se as técnicas para a troca de ferramentas forem mais rápidas e simples diminui-se as possibilidades de erros na regulagem de ferramentas e instrumentos. Logo os novos métodos de *setup* diminuem os defeitos e simultaneamente eliminam a necessidade de inspeção.

3 – A TRF pode disponibilizar uma capacidade adicional de produção da máquina. Caso a máquina funcione todos os dias, por um período de 24 horas por dia, ou aproximadamente isso, a diminuição do tempo de *setup* permitirá um ganho na capacidade de produção, assim adiando a necessidade da compra de novas máquinas para atender a demanda.

## 2.3 HISTÓRIA DA METODOLOGIA SMED

A metodologia SMED foi desenvolvida por Shingeo Shingo e surgiu na planta da Mazda Toyo Kogyo em 1950. Shingo começou a separar os tempos de preparação em internos e externos ao analisar as atividades de troca de matrizes de uma prensa. Ele classificou como *setup* interno as atividades realizadas com a máquina parada, e *setup* externo atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (SHINGO, 2000).

Em 1969 na *Toyota Motors Company*, a metodologia SMED foi consolidada e recebeu o nome de *Single Minute Exchange of Die*, esta sigla em inglês se refere a um conceito e um alvo de tempo: troca de matrizes em até um dígito de minuto (SHINGO, 2000). Com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* Shingo criou o conceito de transformação de *setup* interno em *setup* externo, ou seja, algumas atividades que antes eram realizadas com a máquina parada, agora passaram a ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento. Assim, houve uma grande redução do tempo da máquina parada.

### 2.3.1 O que é SMED

Para Shingo (1989), a metodologia SMED é “um sistema de absoluta eliminação de desperdícios”, que possui certos princípios como a redução dos tempos de *setup* e tempos curtos na preparação da linha de produção. Para a filosofia *Lean manufacturing* funcionar todos os colaboradores da empresa, desde a alta direção até o chão de fábrica devem estar comprometidos com características da produção *Lean*, que vão desde um curto tempo de produção total de um item, altos níveis de qualidade, até o eficiente uso dos recursos (WOMACK *et. al.* 1992).

De acordo com Shingo (2005), a perda é caracterizada por qualquer atividade que não contribui para as operações, como por exemplo acúmulo de estoques intermediários, movimentação excessiva dos colaboradores, paradas na linha de produção, dentre outras. A metodologia SMED tem como objetivo a redução do tempo de *setup* para até no máximo um dígito de minuto, e pode ser aplicada nos mais variados tipos de indústrias e máquinas.

### 2.3.2 Estágios da Metodologia SMED

De acordo com Shingo (1996), para entender como a metodologia funciona é necessário compreender que existem dois tipos de operações de *setup*, são eles:

- *Setup* interno: atividades que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada, por exemplo: montagem ou remoção de matrizes;
- *Setup* externo: atividades que podem ser realizadas quando a máquina estiver funcionando, por exemplo: preparação das ferramentas que serão utilizadas para o procedimento.

Shingo (2000) define que o seu método se constitui de um estágio preliminar e mais três estágios, que são apresentados abaixo:

No estágio preliminar as condições de *setup* interno e externo se misturam. Algumas atividades que poderiam ser realizadas externamente, ou seja, com a máquina em funcionamento, são realizadas internamente e devido a este motivo o tempo de *setup* é longo. Para evitar que esta falha aconteça é necessário realizar a organização e separação das atividades em *setup* interno e externo. É recomendado que os operadores e responsáveis pelo *setup* da máquina em estudo estejam presentes durante este processo, a fim de garantir soluções práticas e possíveis de serem implantadas.

No Estágio 1 a separação efetiva do que foi observado no estágio anterior é aplicada, porém a redução no tempo de *setup* ainda não é suficiente para atingir a meta de tempo proposta pela metodologia SMED. Aqui o processo de melhoria contínua já começa a funcionar, e é necessário que as atividades sejam avaliadas novamente para verificar se alguma operação pode ser considerada de *setup* externo ou para averiguar se alguma atividade foi classificada de maneira errada.

Shingo (1985) comentou sobre este estágio:

[...] se for feito um esforço científico para realizar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, então, o tempo necessário para o interno pode ser reduzido de 30 a 50%. Controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir o SMED” (SHINGO, 1985, p. 45).

No estágio 2 a conversão do *setup* interno em externo é realizada. Entretanto para que essa conversão seja possível algumas atividades devem ser atenciosamente realizadas como por exemplo: a padronização de funções reduzindo o custo e o impacto da modificação de peças; preparação antecipada das condições operacionais para que atividades que antes eram realizadas com a máquina parada sejam realizadas previamente; Utilização de dispositivos intermediários, como guias de centragem e outros objetos que possam ser usados como dispositivos à prova de erros, diminuindo o tempo de medição e não sendo mais necessário a verificação se o procedimento foi realizado corretamente.

No Estágio 3, é realizado a racionalização de todos os aspectos da operação de *setup*, ou seja, a implementação das melhorias sistemáticas de cada operação básica do *setup* interno e externo. Shingo (2000) apresenta algumas ações que podem ser tomadas com o objetivo de conseguir atingir o tempo de *setup* com um dígito de minuto, por exemplo: implementação de operações em paralelo; uso de fixadores funcionais; eliminação de ajustes; uso do sistema de mínimo múltiplo comum; mecanização.

A Figura 1 abaixo ilustra o estágio preliminar e os outros três estágios da metodologia SMED.

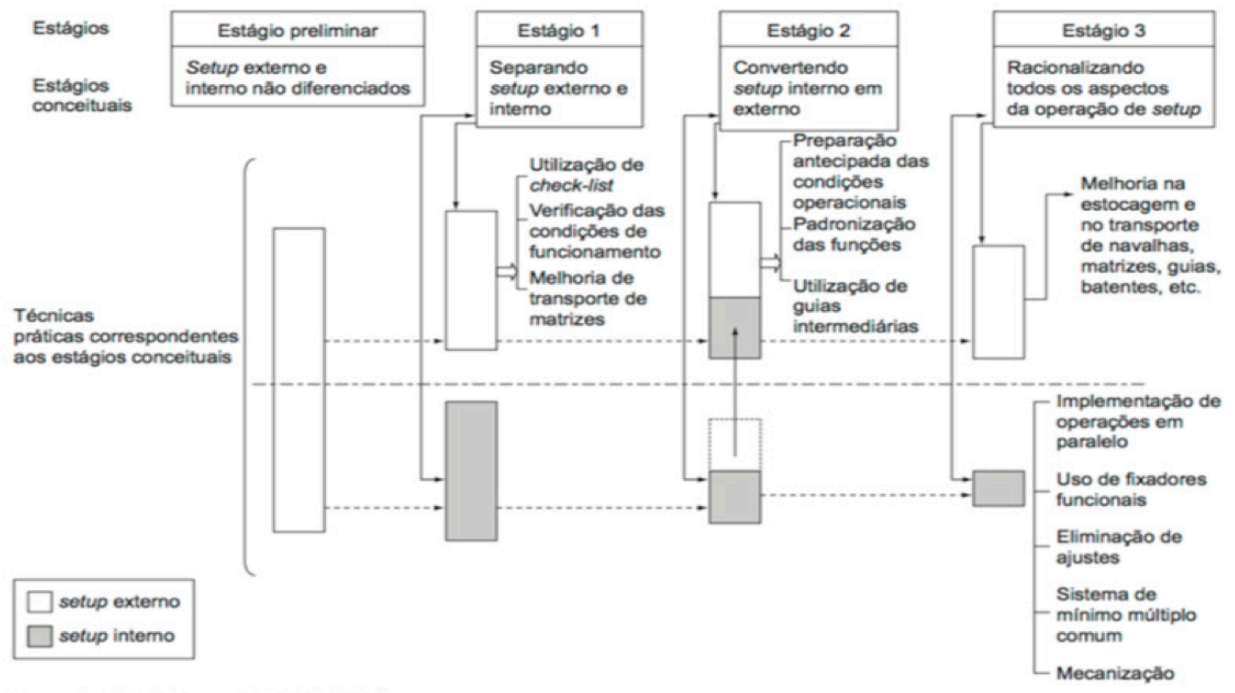


Figura 1– Os quatro estágios da metodologia SMED  
Fonte: Shingo (2000)

Como pode ser observado na Figura 1 em cada etapa da implementação da metodologia SMED algumas ações podem ser aplicadas ao processo a fim de garantir que o objetivo da redução do tempo de setup seja alcançado. É importante ressaltar que para cada etapa há uma série de diferentes atividades que podem ser realizadas.

### 2.3.3 A Importância da SMED na Implementação dos Sistemas de Produção Enxuta

Para Antunes (1998) a metodologia SMED pode ser considerada um dos elementos principais dentro do pensamento enxuto. Dentre as muitas vantagens que a aplicação da metodologia proporciona Van Goubergen e Van Landeghem (2002) destacam como principais vantagens da redução do tempo de *setup* a produção em pequenos lotes, maior flexibilidade; diminuição no *lead time*; redução de estoques; aumento da qualidade; redução de retrabalho e de desperdícios; aumento de produtividade; aumento nas margens de lucro; maior velocidade de entrega, (DIABY, 2000; OHNO, 1997; MCINTOSH et al., 1996; MILEHAM *et al.*, 1999; SHINGO, 1988, 1989).

A Tabela 1 abaixo mostra as proporções dos tempos de *setup* antes de aplicar a metodologia SMED em indústrias em geral.

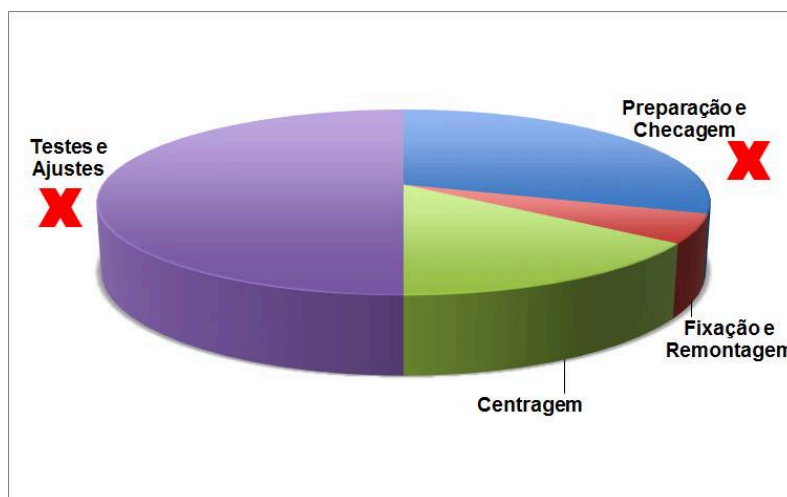
**Tabela 1 – Proporções de tempo de *setup* sem metodologia SMED ser aplicada**

<b>Passos de um <i>Setup</i></b>	<b>Proporções do tempo de <i>setup</i> antes do SMED</b>
Preparação e checagem de dispositivos de montagem, ferramentas, acessórios, etc.	30%
Fixação e remoção das matrizes e ferramentas.	5%
Centragem, calibração e determinação das dimensões das ferramentas.	15%
Testes, ensaios, ajustes e processamentos iniciais.	50%

**Fonte: Birmingham e Jelinek (2007)**

Apesar da metodologia SMED ser versátil e poder ser aplicada em qualquer tipo de procedimento, a Tabela 1 mostra as proporções de tempo para processos que geralmente são encontrados em indústrias que os *setups* são caracterizados pelo ajuste de máquinas e ferramentas.

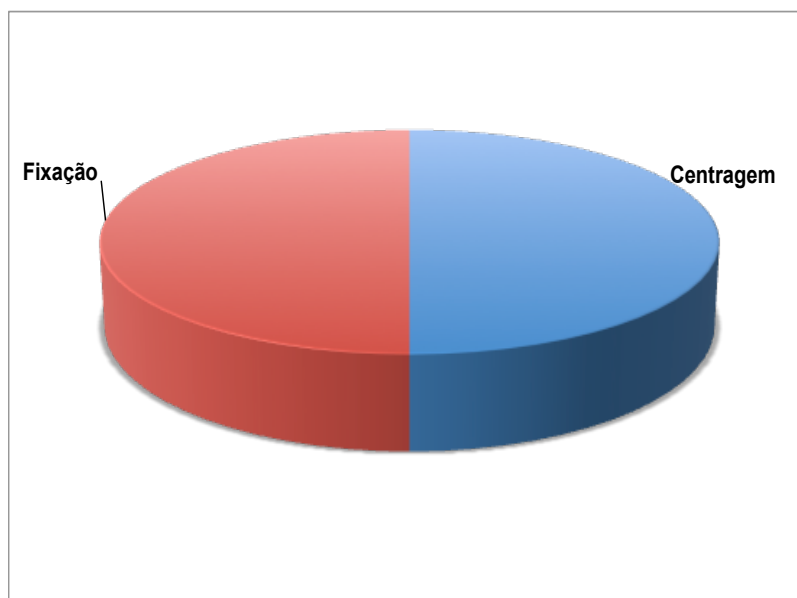
O Gráfico 1 a seguir mostra as proporções dos tempos de *setup* antes da metodologia SMED ser aplicada.



**Gráfico 1 – Proporções dos tempos de *setup* antes da metodologia SMED ser aplicada**  
 Fonte: Autoria própria (2015), baseada no autor Birmigham e Jelinek (2007)

Os dados utilizados para a elaboração do Gráfico 1 são provenientes da Tabela 1. É possível verificar que os testes e ajustes são responsáveis pela maior porção de tempo utilizado para realizar o *setup*, com cerca de 50% do tempo total. A preparação e checagem é o segundo maior item e utiliza cerca de 30% do tempo total para a realização do procedimento de *setup*.

O Gráfico 2 abaixo mostra as proporções dos tempos de *setup* depois da metodologia SMED ser aplicada.



**Gráfico 2 - Proporções dos tempos de *setup* depois da metodologia SMED ser aplicada**  
 Fonte: Autoria própria (2015), baseada no autor Birmigham e Jelinek (2007)



Como pode ser notado no Gráfico 2, após a aplicação da metodologia SMED as duas atividades que utilizavam a maior parte do tempo foram eliminadas do *setup* interno e houve a diminuição no tempo total utilizado.

A Figura 2 a seguir mostra os benefícios que podem ser encontrados com a implantação da metodologia SMED, independente da aplicação para máquinas ou processos.

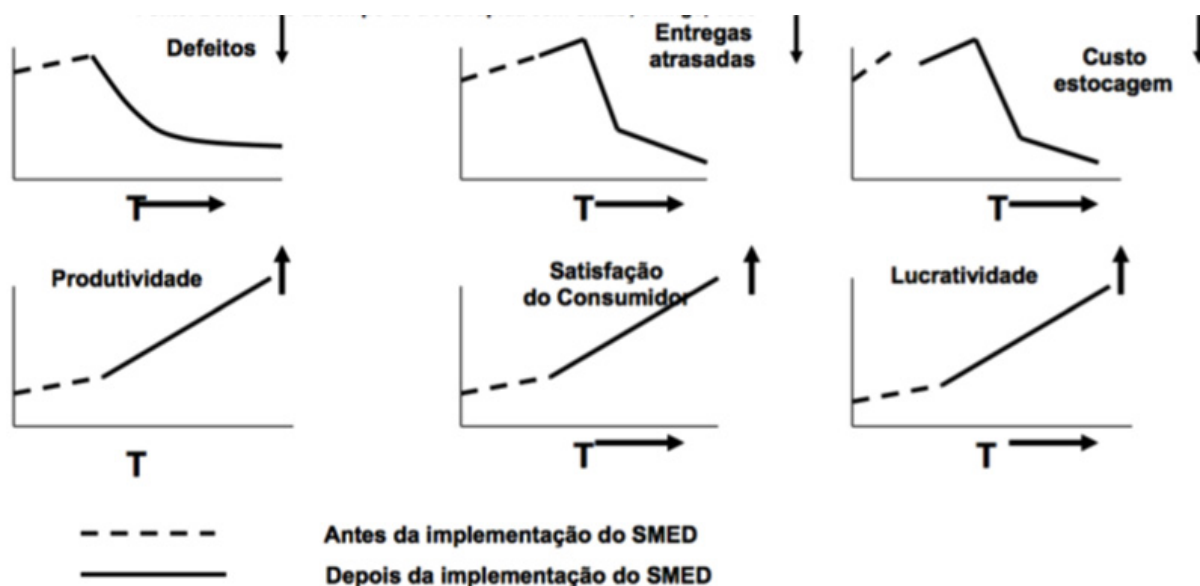


Figura 2 – Benefícios da troca rápida com SMED  
 Fonte: Shingo (1996)

De acordo com Shingo (1996), caso os procedimentos de aplicação da metodologia SMED sejam realizados corretamente, alguns benefícios podem ser identificados nos processos de produção como pode ser visto na Figura 2. Os defeitos, entregas atrasadas e custos com estocagem tendem a diminuir. Já a produtividade, a satisfação do consumidor e a lucratividade tendem a aumentar com o passar do tempo.

## 2.4 VALOR AGREGADO

Shingo (2005) acreditava que nem todas as atividades realizadas durante a produção agregavam valor ao produto final do ponto de vista do cliente. Com base neste fato Shingo (2005) dividiu as atividades em três categorias, sendo elas

atividades que agregam valor (AV), atividades desnecessárias que não agregam valor (DNAV) e atividades necessárias que não agregam valor (NAV).

As AV são atividades que transformam a matéria prima em um produto intermediário ou final, transformando sua forma ou qualidade. Os clientes estão dispostos a pagar apenas por estas atividades.

As DNAV podem ser caracterizadas como atividades desnecessárias que não agregam valor ao produto final, em alguns casos essas atividades aumentam o custo do produto final. Exemplos de NAV são estoques intermediários, retrabalhos, entre outros.

As NAV, ou atividades que são necessárias, mas não agregam valor são aquelas atividades que o cliente não está disposto a pagar por ela, entretanto ela é essência para que o processo funcione, como por exemplo o *setup* de uma máquina.

Estudos apontam que em média apenas 5% do tempo de produção de um produto é o que agrega valor, a grande maioria do tempo restante é desperdiçado em atividades desnecessárias, ou seja, estão no grupo que não agrega valor (HINES E TAYLOR, 2000).

Ainda de acordo com Hines e Taylor (2000), um dos eixos centrais da produção enxuta é a eliminação das DNAV, pois a redução deste desperdício retorna um ambiente produtivo mais eficiente e com custos menores. Uma empresa onde há um elevado índice de DNAV não permite que seus colaboradores desempenhem suas atividades de forma eficiente, porque frequentemente eles terão que se movimentar desnecessariamente, consertar erros ou resolver problemas que não deveriam existir, além de usualmente haver a realização de retrabalho.

## 2.5 TÉCNICAS E PRÁTICAS PARA A APLICAÇÃO DO SMED

A melhoria contínua é essencial para que se consiga atingir o objetivo com a aplicação da metodologia SMED, o *setup* em até um dígito de minuto (SHINGO, 1985). Para tanto Shingo (1985), propõe algumas técnicas que podem ser utilizadas a fim de reduzir o *setup* interno e externo, como pode ser observada no quadro abaixo.

O Quadro 1 apresenta os estágios conceituais do SMED e as técnicas associadas.

Estágio conceitual	Técnicas associadas
1. Estágio 1	Utilização de um <i>checklist</i> ; Verificação das condições de funcionamento; e Melhoria no transporte de matrizes.
2. Estágio 2	Preparação antecipada das condições operacionais; Padronização de funções; e Utilização de guias intermediárias.
3. Estágio 3	Melhoria na estocagem e no transporte de navalhas, matrizes, guias, batentes, etc.; Implementação de operações em paralelo; Uso de fixadores funcionais; Eliminação de ajustes; Sistema de mínimo múltiplo comum; e Mecanização.

**Quadro 1 – Estágios conceituais do SMED e as técnicas associadas.  
Fonte: Shingo (1985).**

Shingo (2000) também sugere algumas ações que tornem o método mais eficiente. É recomendado a descrição ao lado dos colaboradores, de todos os passos do *setup*, anotando os tempos e movimentos envolvidos em cada passo do *setup*. Outra ação sugerida é que todas as operações e atividades de *setup* sejam filmadas, porque isto possibilita a verificação com detalhes do passo a passo de execução dos *setups*, ainda é possível observar os pontos onde pode-se reduzir os tempos de *setup*, gerando ideias de melhorias que podem ser realizadas. É de fundamental importância também mostrar os vídeos para os colaboradores e todas as pessoas que poderão auxiliar no processo de redução de *setup*, pois eles podem dar dicas e sugestões de melhorias efetivas.

### 3 METODOLOGIA

A parte teórica deste estudo de caso foi desenvolvida através de revisão da literatura em artigos científicos, revistas, livros, dissertações e teses pesquisadas através dos periódicos da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), entre outros. O objetivo da pesquisa foi de compreender e explicar a metodologia aplicada, a fim de gerar embasamento teórico para o desenvolvimento do trabalho.

Segundo Gil (1991), a natureza deste estudo de caso é de pesquisa aplicada: visto que serão analisadas quatro linhas de recebimento na empresa, com a intenção de gerar conhecimento particularmente para as atividades do sistema de descarga por correias, despaldadeiras e secadores, que são alvos deste estudo.

Quanto a abordagem, a pesquisa é considerada quantitativa pois neste trabalho são utilizados dados provenientes de formulários que foram preenchidos pelos líderes de produção e aos operadores que são responsáveis pelas linhas em estudo. Além dos diálogos foram realizadas medições de indicadores de produção para analisar estatisticamente se houve melhora da produtividade após a aplicação da metodologia SMED (GIL, 1991).

Com relação aos objetivos, este estudo de caso é caracterizado como exploratório, pois envolverá diálogos com os colaboradores, visitas *in loco* e construção de proposições. As análises e propostas apresentadas são especificamente para estes tipos de linhas de recebimento. Apesar de haver mais algumas linhas de recebimento similares apenas com capacidades produtivas diferentes em outras plantas, os procedimentos aqui sugeridos não podem ser inteiramente replicados em outra indústria, pois alguns métodos e processos devem ser adaptados a necessidade do local para a aplicação da metodologia.

Os procedimentos técnicos podem ser caracterizados principalmente como estudo de caso de acordo com Gil (1991), porque as análises foram realizadas enquanto os fenômenos estão acontecendo. Antes da aplicação da metodologia SMED, 270 coletas de dados foram executadas através do preenchimento do formulário que pode ser encontrado no Apêndice A. Devido ao período da safra ser de julho a outubro de 2016 disponível para o recebimento de espigas de milho, este foi o maior número possível de coletas de tempos de setup antes da aplicação da metodologia. O formulário foi elaborado pelo autor e nele consta apenas o tempo de

setup interno visto que todas as atividades realizadas para o setup eram internas. Caso futuramente o estudo seja realizado em outras empresas ou setores é recomendável que o formulário seja revisado e avaliada a necessidade da inclusão de um campo para os dados de setup externo. Os colaboradores receberam um treinamento de como deveria ser feito o preenchimento do formulário e as 14 primeiras coletas de dados foram realizadas junto com o autor a fim de garantir que o preenchimento e a qualidade dos dados fossem corretas. A partir da 15<sup>o</sup> até a 270<sup>o</sup> coleta os colaboradores realizaram o preenchimento por conta própria.

Após a aplicação da metodologia 36 coletas de dados foram realizadas, para possibilitar uma análise quantitativa da melhoria implantada. Para a realização destas coletas não foi utilizado o formulário do Apêndice A, pois todas foram realizadas *in loco* pelo autor. Uma pesquisa documental baseada em relatórios e documentos da empresa e levantamento de informações através dos colaboradores também foram efetuadas, porém as principais técnicas utilizadas foram as medições e análises feitas nas linhas de produção.

### 3.1 AMBIENTE DE PESQUISA

A indústria que foi analisada por este estudo de caso é do setor sementeiro e possui aproximadamente 30 tipos de sementes de milho no portfólio. As linhas de recebimento de sementes que foram estudadas com o objetivo de redução do tempo de *setup* são compostas por três atividades que são caracterizadas pelo sistema de descarga por correias (SDC), despalhadeiras e secadores. O tempo médio de *setup* das quatro linhas de recebimento é de aproximadamente 2,2 horas. Além destas quatro linhas, existem mais três plantas que possuem o sistema de recebimento similar às linhas em estudo e que também apresentam tempos de *setup* elevados.

O estudo de caso foi aplicado em uma indústria de grande porte (aproximadamente 1.200 funcionários), de acordo com a classificação do SEBRAE (2015) quanto ao número de empregados. A empresa está localizada no estado de Minas Gerais, na cidade de Paracatu, onde todos os itens do portfólio são beneficiados. As visitas para as coletas de dados foram *in loco*.

Com o fluxograma de produção da indústria em estudo ilustrado na Figura 3 é possível identificar que as quatro linhas são de suma importância, pois elas são as etapas que dão início ao processo de produção.

Através das visitas foi possível identificar que as linhas em estudo são de extrema importância para a empresa, pois todas as matérias-primas que chegam à fábrica no estado de semente básica passam obrigatoriamente por elas para dar continuidade no processo produtivo. O fluxograma da Figura 3 ilustra todas as etapas que as matérias-primas passam dentro da empresa até serem ensacadas como produto final.

A cada recebimento de diferentes híbridos é necessário que seja realizado o *setup* da linha por completo, garantindo que nenhuma semente do híbrido anterior permaneça em nenhuma parte da linha. Este *setup* das linhas é caracterizado pela limpeza utilizando rodos, vassouras, ar comprimido, raspadores entre outros. Sempre que um *setup* é finalizado, um operador efetivo realiza a vistoria da linha para certificar-se de que não existe nenhum resquício do híbrido anterior e só assim a linha é liberada para o recebimento do próximo material.

É possível observar na Figura 3 que o processo de beneficiamento da semente se inicia com a chegada das carretas transportando as espigas com a umidade entre 25% e 35%. Após as carretas serem acopladas no SDC as espigas são descarregadas nos transportadores e levadas para as despalhadeiras. Nas despalhadeiras a espiga é separada da palha. Em seguida a espiga é transportada para os secadores onde ela permanece até sua umidade ser diminuída para cerca de 10%, então ela segue para o setor da debulha onde a semente é separada da espiga. As sementes são armazenadas em silos e depois separadas e classificadas na torre de classificação. Então elas seguem para a última etapa do processo onde são ensacadas e enviadas para o cliente final.

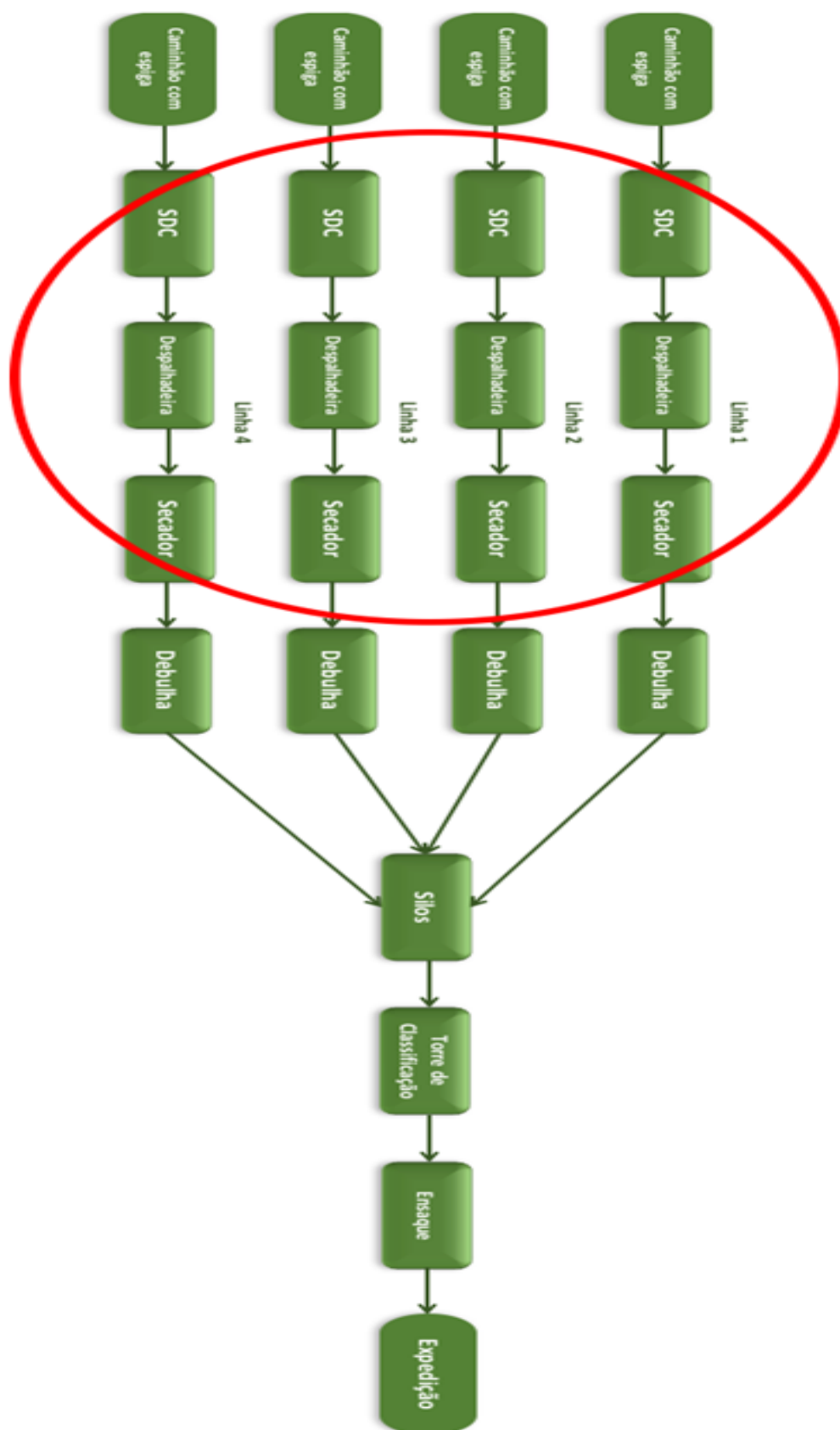


Figura 3 – Fluxograma de produção da fábrica em estudo  
Fonte: Autoria própria

Como é possível observar na Figura 3, independente da matéria-prima a ser beneficiada todas elas devem passar obrigatoriamente pelo recebimento para iniciar o processo de beneficiamento da semente. Os processos em estudo foram identificados com um círculo vermelho a fim de facilitar a visualização.

Durante as visitas os locais em estudo foram fotografados para melhor ilustração do trabalho como pode ser visto nas imagens abaixo. O processo produtivo para o beneficiamento das sementes de milho tem seu início no SDC, que pode ser visualizado na Fotografia 1.

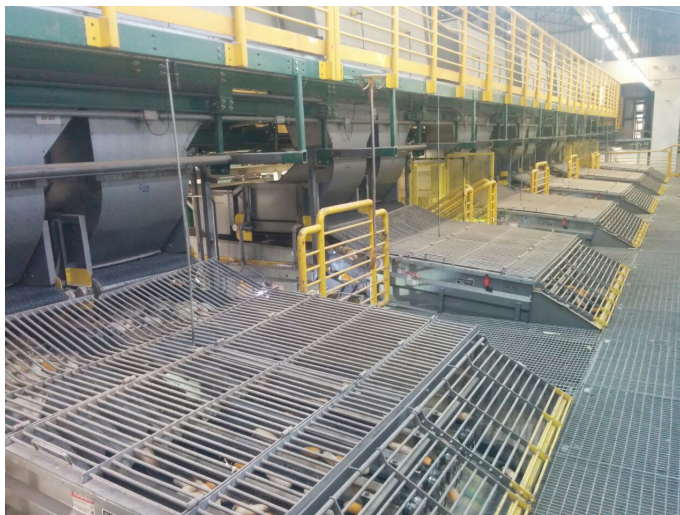


**Fotografia 1 – SDC na linha 3**  
**Fonte: Autoria própria**

No SDC o caminhão é acoplado na máquina onde a lona que fica localizada na parte inferior da carreta (sob as espigas), é fixada no rolo e começa a ser puxada fazendo com que as espigas caiam sobre as esteiras que fazem o transporte até a próxima etapa do processo que são as despalhadeiras. As sementes de milho são colhidas junto com as espigas, com meta de umidade de colheita na faixa de 25% a 35%, a fim de garantir a qualidade fisiológica da semente.

Na Fotografia 2 é possível observar as despalhadeiras, que caracterizam a segunda etapa do processo de beneficiamento das sementes.





**Fotografia 2 – Despalhadeiras da linha 3**  
**Fonte: Autoria própria**

Após as espigas serem descarregadas das carretas elas são transportadas para as despalhadeiras, onde as palhas das espigas são removidas através de cilindros que giram em sentidos opostos fazendo com que a palha seja puxada para baixo e a espiga siga para os transportadores que as levarão para os secadores.

A Fotografia 3 apresenta o secador três, onde as espigas são direcionadas com o objetivo de reduzir a umidade para cerca de 12% a 10%.



**Fotografia 3 – Secador da linha 3**  
**Fonte: Autoria própria**

Nos secadores as espigas permanecem por até 120 horas dentro das câmaras recebendo ar quente proveniente da caldeira, para garantir que a secagem do material seja homogênea.

Durante a execução do estudo de caso foram realizadas conversas com os *stakeholders* do processo que podem ser caracterizados por: engenheiros de produção, engenheiros de manutenção, operadores que são responsáveis por fazer o *setup* nas respectivas linhas de recebimento e líderes de produção. O objetivo destas conversas foi de identificar quais pontos de melhoria poderiam ser aplicados nestas linhas e quais atividades realizadas anteriormente eram consideradas boas práticas e poderiam ser mantidas no processo. Houve também um acompanhamento quinzenal com o supervisor de produção com a finalidade de fazer alinhamentos de expectativas e direcionamentos para o projeto.

Foram realizadas 270 coletas de dados através do formulário durante os *setups* das linhas de recebimento, cronometrando quanto tempo cada etapa utilizava para que o procedimento fosse realizado por completo. Com estes dados coletados foram executadas análises quantitativas e sugestões de melhorias a serem implantadas na fábrica.

Esperava-se que com as melhorias implementadas a redução no tempo de *setup* fosse reduzido para 30% do tempo anterior, ou seja, que o tempo médio de *setup* médio das quatro linhas em estudo que antes era de 2,2 horas fosse reduzido para 1,5 horas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos e as análises realizadas com os novos tempos de *setup* atingidos. Os ganhos quantitativos podem ser visualizados nas páginas 39, 40, 41 e 42. Na Figura 4 o fluxograma do recebimento antes da aplicação da metodologia SMED é exibido, onde é possível identificar todas as atividades que compõem o *setup* dos três processos em estudo.

No SDC o tempo médio total de *setup* interno era de 0,5 horas. É possível observar através da Figura 4 que a primeira atividade de *setup* realizada era de apanhar os EPIs, em seguida era feita a limpeza do caminhão, depois a limpeza na frente do SDC onde o caminhão estava localizado, então eram retiradas todas as sementes remanescentes soprando ar comprimido nos TRs e em paralelo a este procedimento, as calhas do WWB eram vibradas também para a remoção das sementes. Ao finalizar estas atividades o procedimento de *setup* na despalha era iniciado.

Já na despalha o tempo médio de *setup* interno era de 1,5 horas. A primeira atividade para a realização do *setup* era de apanhar os EPIs, em seguida era soprado ar comprimido na parte superior das despalhadeiras. Quando estas atividades eram finalizadas iniciava-se a remoção das espigas presas nos rolos das máquinas e paralelamente também era soprado ar comprimido nas máquinas para remover as sementes restantes. Após a limpeza das mesas de seleção e dos transportadores o procedimento de *setup* era iniciado no secador.

No secador o tempo médio de *setup* era de 0,3 horas. A primeira atividade também era de apanhar os EPIs, logo após era realizada a limpeza dos transportadores e do piso superior. Com a finalização deste o processo, o *setup* era encerrado com um tempo médio total de aproximadamente 2,2 horas.

Como é possível observar a seguir na Figura 4 todas as etapas realizadas no processo de *setup* nas atividades em estudo eram realizadas com a linha de produção parada, podendo serem classificadas como *setup* interno.

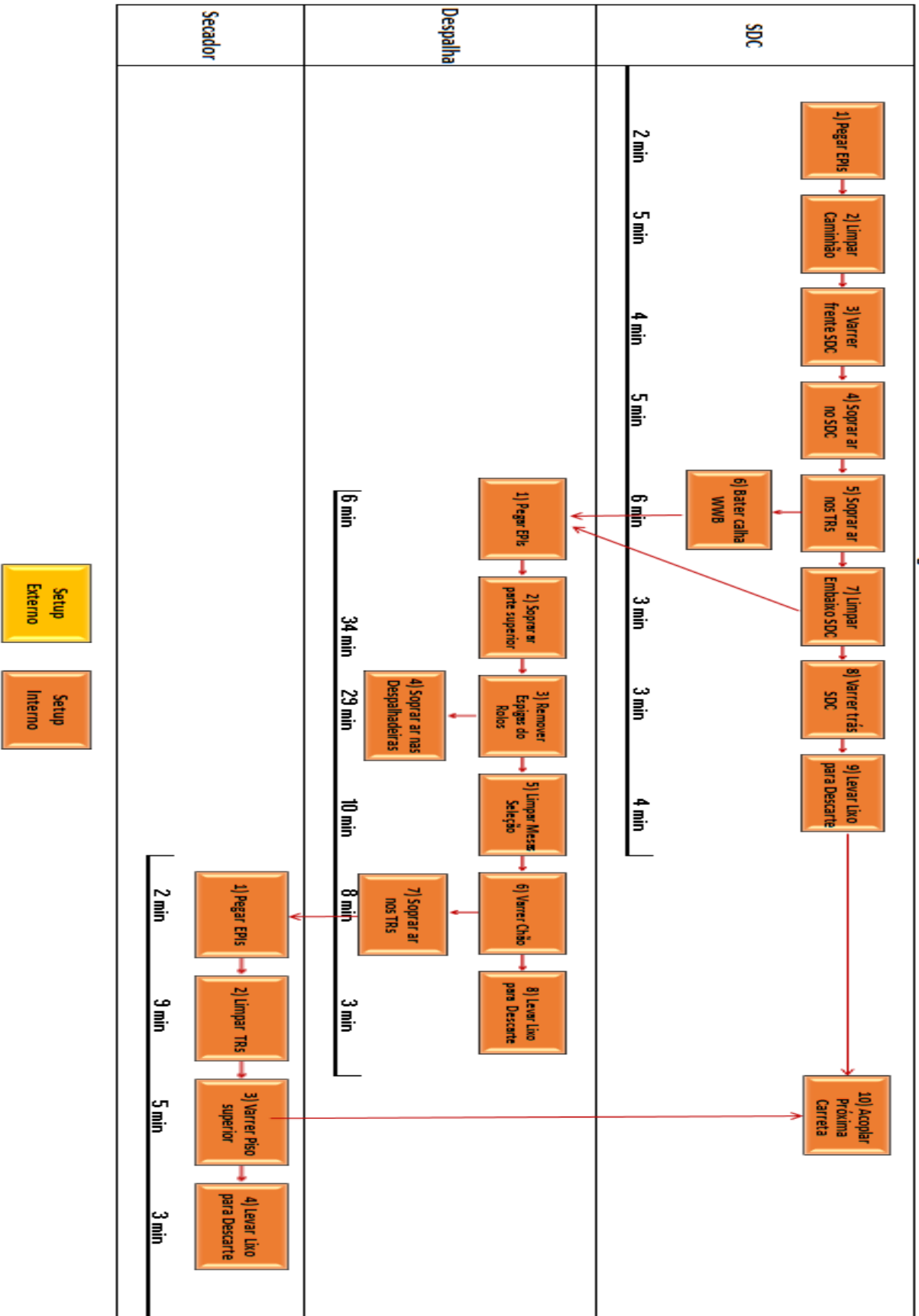


Figura 4: Fluxograma do recebimento antes da aplicação da metodologia SMED  
 Fonte: Autoria própria

A seguir serão descritas algumas das ações que foram tomadas para a aplicação de todos os estágios da metodologia. Para transformar as atividades internas em externas algumas mudanças nos procedimentos dos três setores foram necessárias. Algumas das modificações que foram realizadas são que: fica sob responsabilidade do líder de produção avisar todos os setores quando a última carreta de um tipo de híbrido for acoplada e que os procedimentos para o *setup* devem ser iniciados. Quando os operadores recebem o aviso que a última carreta foi acoplada um operador deve verificar se todos os EPIs e ferramentas necessárias para a realização do *setup* estão disponíveis. Nas seções a seguir são descritas as outras mudanças realizadas.

#### 4.1 MUDANÇAS NO SDC

Criou-se o hábito de sempre que receber o aviso da última carreta deve-se colocar os EPIs e iniciar a pré-limpeza no chão ao redor do SDC, em locais de fácil acesso, ao lado do caminhão e limpar a frente do SDC (local onde o caminhão e a carreta ficam) para que quando for necessário o *setup* não exista grandes quantidades de espigas no chão, facilitando a limpeza. Quando a carreta apresentar 30% do volume um operador do SDC deve avisar o operador da despalha que os procedimentos de *setup* nas despalhadeiras deverão ser iniciados. Foi estabelecido o valor de 30% do volume da carreta para tomar esta ação, pois através de 33 cronometragens do tempo de descarga de uma carreta, em média o tempo necessário para descarregar esse volume de espigas de milho é de 36 minutos. Este é o tempo para que os operadores na despalha iniciem os procedimentos e não haja ociosidade.

Quando a carreta apresentar 1% do volume inicial, o operador do SDC deve avisar o operador da despalha o volume atual da carreta. Foi determinado o valor de 1% com base na segurança dos colaboradores e o tempo que é necessário para realizar a limpeza dentro da carreta. A Fotografia 4 a seguir representa uma carreta com aproximadamente 1% de espigas.



**Fotografia 4 – Carreta com 1% de espigas**  
**Fonte: Autoria própria**

Em seguida deve-se fechar a guilhotina para não oferecer risco a segurança de nenhum colaborador, fazer o procedimento de *Lock Out Tag Out* (LOTO), ou seja, o bloqueio e a identificação dos controles da guilhotina, baixar a plataforma e 2 operadores devem fazer a limpeza interna do caminhão. Com a limpeza do caminhão finalizada deve-se retirar o LOTO e chamar o motorista para retirar o caminhão da plataforma. Após a saída da carreta, imediatamente um operador deve retirar o excesso de material que está no chão jogando para dentro do SDC e o outro operador já começa a soprar ar comprimido e varrer a tampa da moega do SDC.

O operador que jogou o material para dentro do SDC ao finalizar esta atividade, imediatamente inicia a limpeza dos transportadores (TRs) do *warm, water, bath* (WWB), soprando e retirando o excesso do material que estiver no TR observando os quatro pontos de atenção do TR, que são: cabeça do TR que chega no WWB, cabeça do TR que sai do WWB, calha vibratória do WWB, cabeça do TR que chega na despalha. Após todos estes pontos serem limpos o operador que realiza a vistoria a fim de garantir que toda a linha esteja limpa e sem risco de mistura de materiais, deve realizar a auditoria e preencher o *checklist* que pode ser encontrado no Apêndice B.

## 4.2 MUDANÇAS NA DESPALHA

Após o aviso do operador sobre a última carreta, um operador deve fazer uma verificação se as ferramentas (vassouras, rodos, mangueiras de ar, Equipamentos de Proteção Individual -EPIs- pá de lixo) que serão utilizadas na limpeza estão disponíveis.

Com o aviso recebido do operador do SDC que faltam 30% do volume da carreta, um operador deve iniciar o procedimento de limpeza na parte superior das despalhadeiras, isto é, soprar ar comprimido e retirar excessos de sementes na parte externa dos TRs.

Quando o operador da despalha for avisado que falta 1% da carreta, o *flap* que faz o direcionamento de espigas para as despalhadeiras deve ser fechado para que todas as espigas recebidas a partir deste momento vão para a primeira despalhadeira. Esta ação permitiu que outro operador possa garantir que as moegas que não estão recebendo mais espigas estejam vazias, fazer travamento LOTO e iniciar a remover as espigas presas nos rolos.

Um terceiro operador deve garantir que nenhuma espiga permaneça nas despalhadeiras, após a finalização do procedimento de soprar ar nas despalhadeiras. Quando as espigas do último caminhão forem totalmente descarregadas, o primeiro operador deve finalizar a limpeza dos TRs na parte superior das despalhadeiras. Com a parte superior já finalizada, o operador 1 deve iniciar o procedimento de limpeza das mesas de seleção. A partir deste momento duas pessoas que operam as mesas de seleção, onde são identificadas as espigas que não foram despalhas pelas máquinas, iniciam a varrer o chão e retirar as espigas que caíram.

O quarto operador deve avisar através do rádio para o operador do secador iniciar o procedimento de limpeza. Após o primeiro operador finalizar a limpeza das mesas de seleção, este inicia a limpeza dos TRs que levam ao secador. O operador que realiza as vistorias da linha deve ser chamado para a vistoria de linha com o *checklist*, que pode ser encontrado no Apêndice C, a ser preenchido.

Com o *checklist* aprovado o operador responsável do secador deve ser avisado pelo operador que aprovar o *checklist* que o *setup* na despalha foi finalizado e o procedimento no secador possa dar continuidade. Ao término da atividade anterior deve-se voltar e limpar os locais onde não cai material na esteira.

As esteiras sempre devem ficar ligadas, caso haja a necessidade de retirar algumas espigas que ficaram presas, deve-se fazer o bloqueio (Loto).

Quando os operadores avisarem que a limpeza está concluída nenhum material poderá ser jogado nos TRs. Caso haja algum material, este deve ser retirado manualmente e levado ao local de descarte final.

#### 4.3 MUDANÇAS NO SECADOR

Este processo inicia-se com a verificação dos EPIs e ferramentas, quando o aviso que a última carreta foi acoplada é feito pelo operador que faz a vistoria final. Após o operador da despalha avisar que o *setup* da despalha está na última fase, o operador do secador deve iniciar o procedimento de pré-limpeza, que consiste na vestimenta dos EPIs necessários e posicionamento com as ferramentas necessárias no primeiro TR a ser limpo.

Assim que é finalizado o *setup* na despalha, deve-se iniciar a limpeza dos TRs que levam aos secadores. Com a limpeza dos TRs finalizada o operador que faz a vistoria deve ser chamado para fazer a auditoria e preencher o *checklist* que pode ser encontrado no Apêndice D. Assim que a vistoria é finalizada o operador libera a linha para que o novo híbrido possa dar entrada no SDC, iniciando o processo de beneficiamento das sementes de milho.

#### 4.4 ANÁLISE DOS GANHOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DO SMED

Todas as mudanças realizadas nos três setores podem ser identificadas no fluxograma a seguir, ilustrado pela Figura 5.



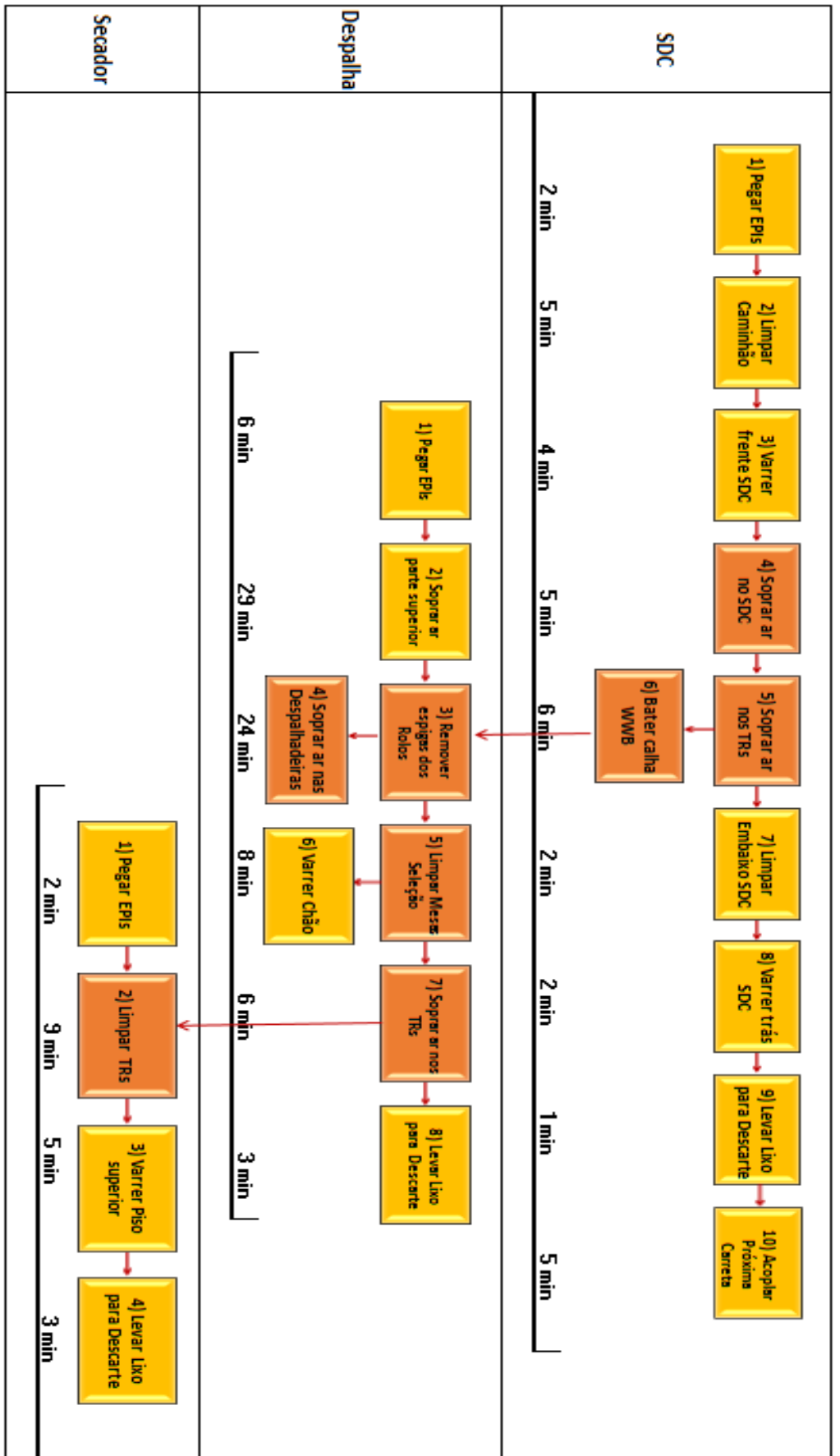
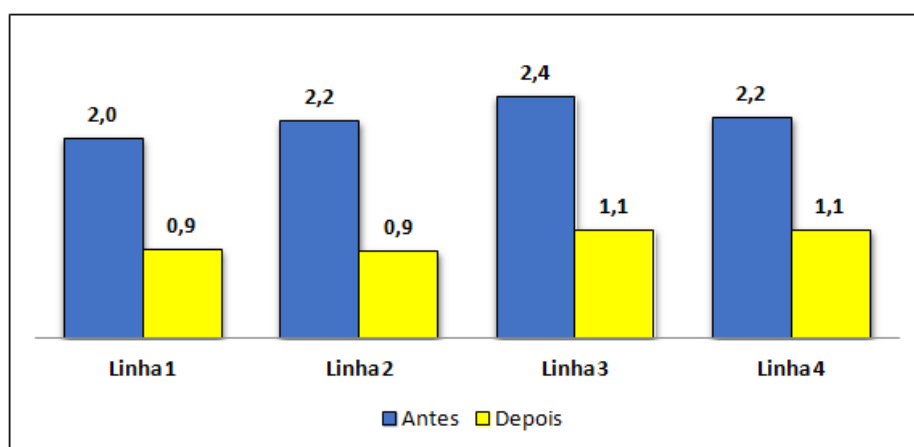


Figura 5: Fluxograma do recebimento após a aplicação da metodologia SMED  
 Fonte: Autoria própria

Na Figura 5 o fluxograma do recebimento é novamente ilustrado, porém já apresenta as atividades após a aplicação da metodologia SMED. É possível notar que as etapas 1, 2, 3, 7, 8, 9 e 10 no SDC foram transformadas para *setup* externo, resultando em um ganho de aproximadamente 0,3 horas de disponibilidade nas atividades. Já no processo de despalha das espigas as atividades 1, 2, 6 e 8 foram convertidas em *setup* externo, resultando em 0,9 horas ganhas. Já as atividades do secador que foram transformadas em externas são as atividades 1, 3 e 4 apresentando 0,2 horas ganhas de disponibilidade.

Com a aplicação de todos os estágios da metodologia, os resultados obtidos podem ser visualizados no Gráfico 3. Os dados utilizados para esta análise foram provenientes do formulário de *setups* que pode ser visualizado no Apêndice A, onde foram contabilizadas 270 medições do tempo de *setup* dentre o período de julho a outubro de 2016.



**Gráfico 3: Comparação entre os tempos de *setup* internos (h)**

**Fonte: Autoria própria**

Com a aplicação da metodologia SMED é possível observar que houve uma redução significativa no tempo utilizado para a realização do *setup* interno das linhas de recebimento, esta redução é de aproximadamente 56% do tempo anterior.

Já no Gráfico 4 a comparação entre o tempo total de *setup* antes e depois da aplicação da metodologia é evidenciado pela diferenciação de *setup* interno e externo. Com ele fica evidente que o maior ganho obtido com a transformação de *setup* interno para externo foi no processo da despalha, que era o gargalo da linha.

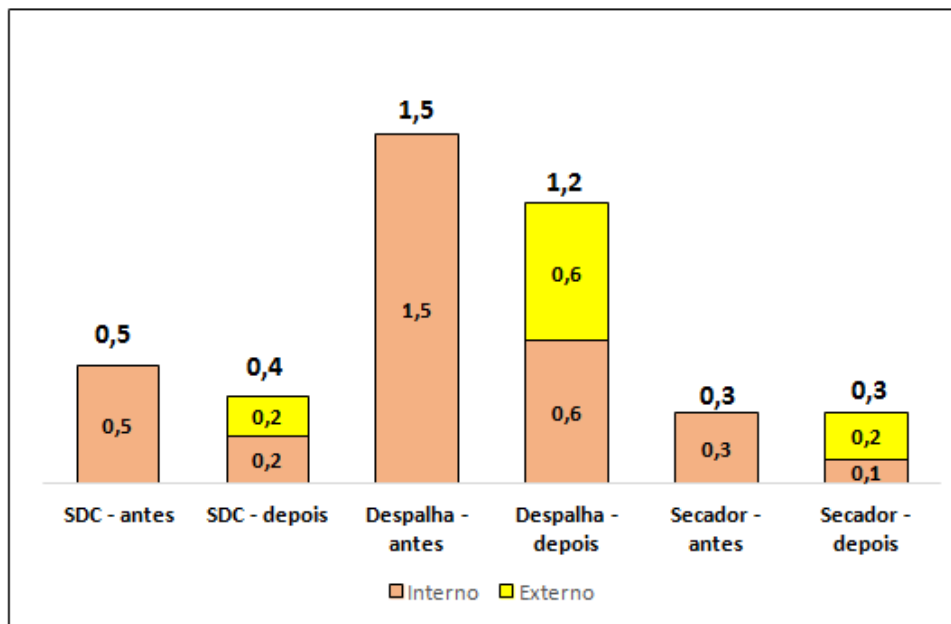


Gráfico 4: Tempo médio de *setup* externo x *setup* interno (h)

Fonte: Autoria própria

O tempo total de *setup* externo não sofreu amplas reduções, porém o grande impacto foi no *setup* interno. No Gráfico 5 é feita a comparação entre os *setups* internos e externos nas quatro linhas antes e após a aplicação da metodologia. A linha 3 foi a que apresentou maiores ganhos, passando de um tempo total de *setup* interno de 2,4 horas para 1,1 hora.

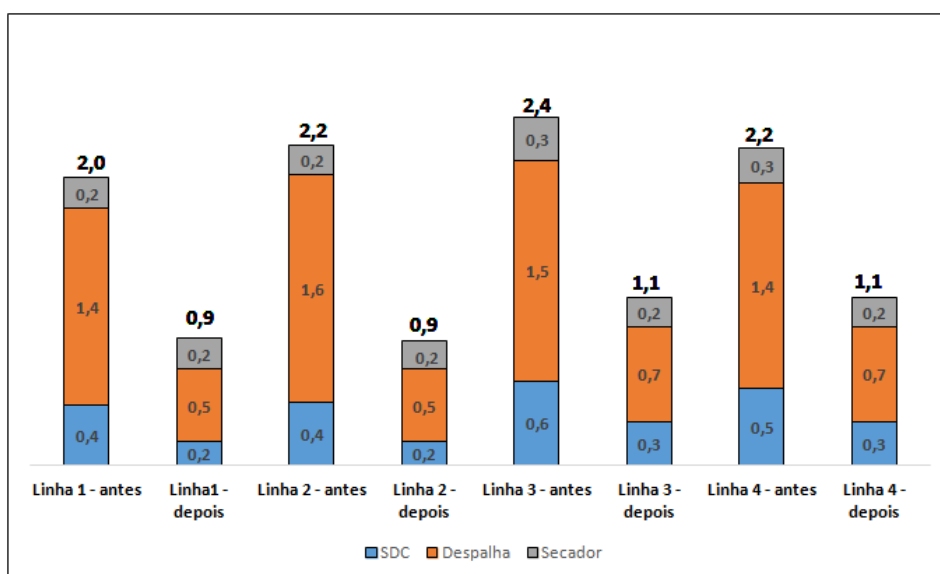


Gráfico 5: Tempo de *setup* interno nas linhas de recebimento (h)

Fonte: Autoria própria

Considerando 2.212 carretas recebidas dentro do período que este trabalho foi realizado, o peso médio das espigas transportadas é de aproximadamente 22 toneladas por carreta. A capacidade produtiva da planta é de aproximadamente 150 toneladas na linha 1, 150 toneladas na linha 2, 240 toneladas na linha 3 e 200 toneladas na linha 4, apresentando um total de 740 toneladas por dia. Com a redução no tempo médio de *setup* interno para 60 minutos, foi gerada uma disponibilidade de 4,9h a mais por dia para as quatro linhas. Caso esta disponibilidade seja utilizada para aumentar o volume recebido, então por dia serão processadas 43,27 toneladas a mais, representando 1,91 carretas. Fazendo uma projeção mensal este ganho representa 1.298 toneladas ou 57,34 carretas. Como pode ser visto na Tabela 2:

**Tabela 2 – Análise dos ganhos obtidos após a aplicação da metodologia**

<b>Indicadores</b>	<b>LINHA 1</b>	<b>LINHA 2</b>	<b>LINHA 3</b>	<b>LINHA 4</b>	<b>TOTAL</b>
Média carretas processadas / dia	6,1	6,5	10	8,3	30,8
Peso médio (ton) / Carreta	22	22,4	23,1	23,2	90,7
Capacidade Produtiva (ton) / Dia	150	150	240	200	740
Média Carretas / h	0,3	0,32	0,5	0,42	30,8
Média de <i>Setups</i> / dia	1	1	1	1	4
Tempo disponibilizado pela metodologia SMED (h)	1,1	1,3	1,3	1,1	4,9
Volume ganho (ton) / dia	7,5	9,4	15,5	10,9	43,2
Disponibilidade ganha em carretas / dia	0,34	0,42	0,67	0,47	1,91
Volume ganho (ton) / mês	224,4	282,2	464,3	327,1	1.298,0
Disponibilidade ganha em Carretas / mês	10,2	12,7	20,2	14,2	57,3

**Fonte: Autoria própria**

Os dados utilizados para realizar a Tabela 2 não puderam ser adicionados ao estudo em questão por motivo de confidencialidade. Para a determinação da

quantidade média de carretas processadas por dia foi utilizada uma base de dados com 2.212 carretas recebidas entre o período de julho a outubro de 2016.

Para realizar o cálculo de disponibilidade levou-se em consideração que a unidade operacional funciona sete dias por semana, com tempo produtivo real é de 20 horas por dia, devido a parada de uma hora para almoço por turno e mais uma hora para os três turnos para alinhamentos e reuniões, totalizando quatro horas sem produção efetiva.

Esta redução de 56% do tempo garante à linha de produção uma disponibilidade diária de 4,9h nas quatro linhas de recebimento, o que reflete em um aumento na capacidade produtiva da planta de 6,2%. Esta disponibilidade pode ser utilizada de diversas formas, como por exemplo aumentar o volume recebido, executar manutenções preventivas, realizar treinamentos com os colaboradores, todos estes sem afetar a capacidade produtiva da planta, reduzindo o tempo que os equipamentos ficavam parados. Lembrando que para a aplicação desta metodologia não houveram custos significativos, pois as principais mudanças ocorridas foram no procedimento e no hábito das pessoas.

Quando analisado o último estágio para implementação da metodologia, o estágio de racionalização é possível identificar que algumas atividades passaram a ser realizadas paralelamente, como as atividades de limpar a mesa de seleção e varrer o chão no setor da despalha. Não foram realizadas modificações físicas nas máquinas devido ao alto esforço que seria necessário para realizar as mudanças e o baixo impacto que alterações apresentariam.

Para garantir que os resultados atingidos não se percam com o passar do tempo foi criado uma instrução de trabalho para cada um dos três processos em estudo que podem ser encontrados nos Apêndices B, C e D respectivamente. Cada instrução de trabalho é composta por um fluxograma do processo, uma instrução de trabalho detalhada de cada passo a ser seguido e um *checklist* que deverá ser realizado por um operador após o final de cada *setup* realizado a fim de garantir que todos os principais locais de atenção estejam em conformidade.

## 5 CONCLUSÃO

Ao analisar as referências bibliográficas, foi possível abranger e nutrir as questões teóricas possibilitando o conhecimento teórico sobre o assunto e base para implantar a metodologia. É possível afirmar que a metodologia SMED se mostra eficiente quando se trata da redução do tempo de *setup* a baixo custo, nos mais variados tipos de aplicações industriais. Para a companhia o domínio dos *setups* é um item fundamental para conseguir atingir a excelência, visto que o mercado também exige cada vez mais uma maior eficiência na gestão dos recursos de produção.

A produção enxuta surge como uma alternativa para obter vantagens competitivas sobre os concorrentes. Esta redução no tempo de *setup* pode retornar à organização de diferentes maneiras como na forma de aumento na disponibilidade, redução de custos, produção em lotes menores, redução de estoques, aumento da qualidade, eliminação de desperdícios e retrabalho e flexibilização do *mix* de produtos, assim agregando maior valor ao produto final.

Este trabalho teve como objetivo principal reduzir o tempo de *setup* através da implantação da metodologia SMED nas quatro linhas de recebimento de uma indústria sementeira. Pode-se concluir que os objetivos específicos foram atingidos, uma vez que todos foram cumpridos. A implantação da metodologia não deve ser considerada uma ação de curto prazo, pois trata-se de uma mudança na cultura organizacional.

Conforme descrito anteriormente, os resultados atingidos foram positivos. Adaptações à realidade da empresa foram executadas, sem perder o foco da metodologia definida, e nem comprometer os resultados. A implementação da metodologia permitiu reduções significativas no tempo médio de *setup* interno. Esses resultados foram alcançados principalmente através da reorganização e padronização dos processos, sem a necessidade da realização de investimentos, trazendo retornos significativos para a empresa.

Após a aplicação de todos os estágios da metodologia SMED o tempo de *setup* interno sofreu uma redução de 56% do tempo, reduzindo o tempo médio de *setup* interno para aproximadamente 60 minutos, representando aproximadamente 57 carretas recebidas a mais por mês, ou seja, um aumento de 6,2% na capacidade produtiva da planta. Os resultados alcançados continuam aquém do objetivo da metodologia, que é de realizar o *setup* em até um dígito de minuto, porém isto não

significa que os resultados atingidos são insatisfatórios. Pode-se considerar que a implementação da metodologia se mostrou efetiva, pois o trabalho atingiu resultados acima da meta estipulada de 30% de redução do tempo anterior. A padronização das mudanças bem-sucedidas nos procedimentos garantirá a repetibilidade e perpetuação dos resultados alcançados.

O desenvolvimento e a implantação do SMED evidenciaram que é fundamental a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o operacional até o nível estratégico, para a consolidação da política de produção enxuta.

Devido aos resultados positivos atingidos neste estudo de caso, propõe-se como sugestão para futuros trabalhos a implementação da metodologia, revisando e adequando os demais setores desta indústria e os procedimentos ao novo modelo de *setup*. Pode-se também realizar o mesmo modelo de trabalho aplicado não somente nas outras três plantas que também fazem o beneficiamento de sementes de milho, mas em qualquer tipo de indústria ou serviço realizando as adequações necessárias.

Fica evidente que ainda há oportunidades de melhoria no processo de redução do tempo de *setup*, ficando como sugestão para trabalhos futuros a reavaliação dos procedimentos e a prática da melhoria contínua.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES, J. J. A. V. Takt Time: contexto e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, Rio de Janeiro (RJ) v.8, n. 1, p. 01-18, abr. 2001.

ANTUNES JR., J. A. **Em direção a uma teoria geral do processo na Administração da Produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e da teoria que sustenta a construção de Sistemas de Produção com Estoque Zero. Porto Alegre, PPGA/UFGRS, 1998.

Birmingham, F.; Jelinek, J. **Quick changeover simplified**: The manager's guide to increasing profits with SMED. 1. ed. Nova York: Productivity Press, 2007.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time MRP II e OPT**: Um Enfoque Estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DIABY, M. Integrated batch size and setup reduction decisions in multiproduct, dynamic manufacturing environments. **International Journal of Production Economics**, Connecticut (USA) v. 67, n. 3, p. 219-233, 2000.

ELMAGHRABY, S. E. The Economic Lot Scheduling Problem (ELSP): Review and Extensions. **Management Science**, North Carolina (USA), v.24, n.6. 1978.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 1991

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a fábrica**: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1991.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean**: A guide to implementation. 1. ed. Reino Unido: Enterprise Research Center, 2000.

KANNENGERG, G. **Proposta de sistemática para implantação de troca rápida de ferramentas**. Porto Alegre, 1994 - Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.



MAGHELI, F. R. K. Pesquisa industrial mensal produção física Brasil. São Paulo: IBGE, 2016. Disponível em:<  
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Industrias\\_Extrativas\\_e\\_de\\_Transformacao/Pesquisa\\_Industrial\\_Mensal\\_de\\_Emprego\\_e\\_Salario/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/pimes\\_201509caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Industrias_Extrativas_e_de_Transformacao/Pesquisa_Industrial_Mensal_de_Emprego_e_Salario/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pimes_201509caderno.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2016.

MCINTOSH, R. et al. An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance. **International Journal of Operations e Production Management**, Bath (UK), v. 16, n. 9, p. 5-22, 1996.

MILEHAM, A. R.; CULLEY, S. J.; OWEN, G. W.; MCINTOSH, R. I. Rapid changeover - a pre-requisite for responsive manufacture. **International Journal of Operations & Production Management**, Bath (UK), v.19, n.8, p.785-596, 1999.

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

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing**: The SMED System. 1. ed, Cambridge: Productivity Press, 1985.

SHINGO, S. **Non-stock production**: the Shingo system for continuous improvement. 1. ed. Cambridge: Productivity Press, 1988.

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System**: from an industrial engineering viewpoint. 1. ed. Portland: Productivity Press, 1989.

SHINGO, S. **Sistema de Produção com Estoque-Zero**: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**: uma revolução nos Sistemas Produtivos. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SEBRAE. **Leis**. Disponível em:

<<http://www.sebraesc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>> Acesso em: 08 out. 2015.

SLACK, N.; et. al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

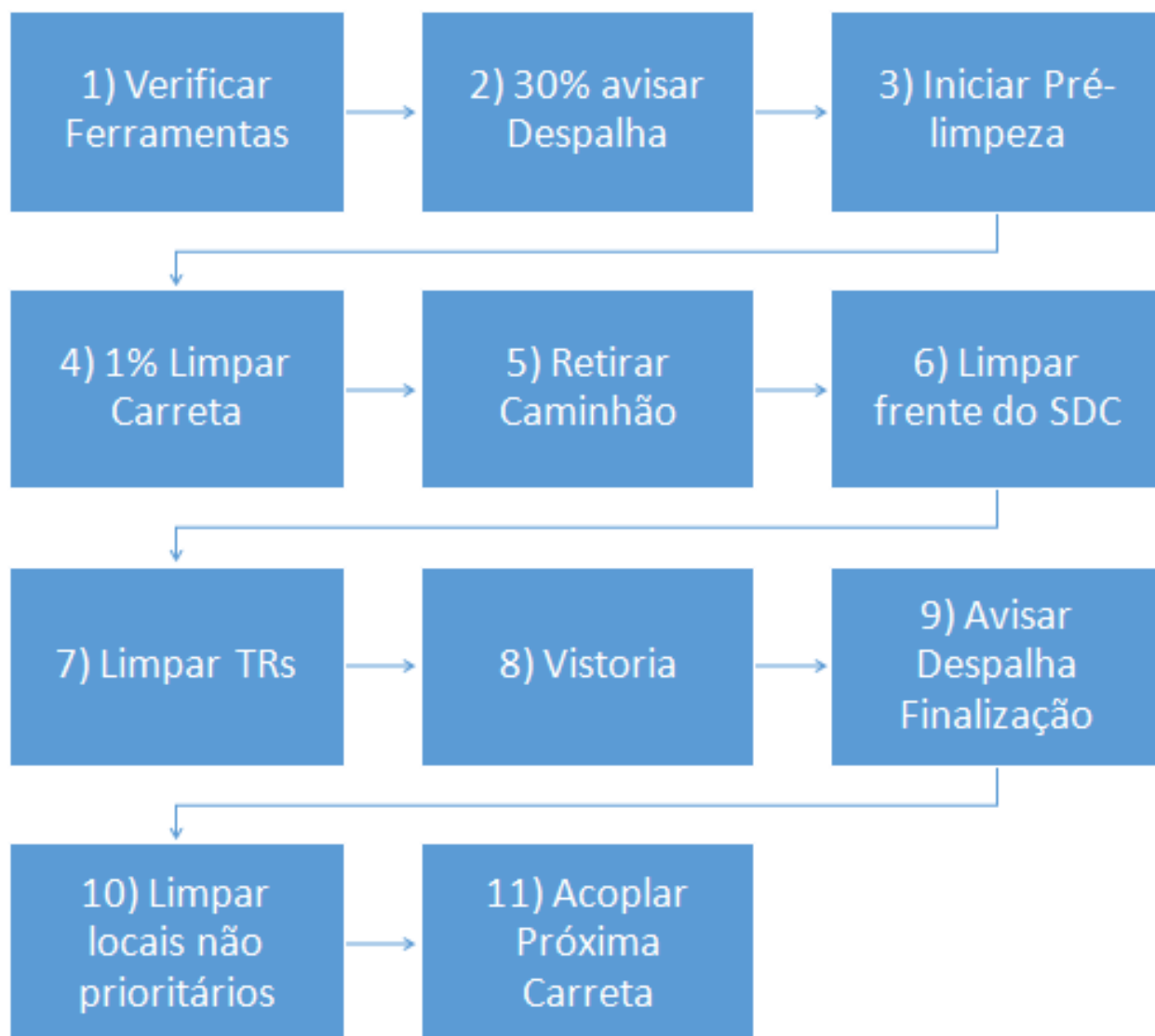
VAN GOUBERGEN, D.; VAN LANDEGHEM, H. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, Vosselaar, (Belgium) v. 18, n. 3-4, p. 205-214, 2002.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; DANIEL, R. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

**APÊNDICE A** – Formulário para coleta de dados dos *setups*



**APÊNDICE B – Instrução de Trabalho para o SDC**

**Fluxograma SDC**

**Setup SDC****Tempo ideal: 15min**

- Em toda troca de carreta sempre limpar a frente do SDC (local onde o caminhão fica) para que na hora que for entrar em *setup* seja mais rápido e fácil à limpeza.
- Após o aviso do operador sobre a última carreta, este procedimento deve ser iniciado.
  - 1) Imediatamente após a última carreta ser acoplada um operador do SDC deve fazer uma verificação se as ferramentas (**vassouras, rodos, pontos de ar, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), pá de lixo**) que serão utilizadas na limpeza estão disponíveis.
  - 2) Quando a carreta apresentar **30%** do volume você deve avisar o operador da despalha que os procedimentos de *setup* nas despalhadeiras deverão ser iniciados.
  - 3) Colocar os **EPIs** e iniciar a **pré-limpeza** no chão ao redor do SDC, ao lado do caminhão e locais de fácil acesso.
  - 4) Com **1%** da carreta o operador do SDC deve avisar o operador da despalha que falta 1% da carreta. Em seguida deve-se fechar a guilhotina, fazer o **LOTO** nos controles da guilhotina, baixar a plataforma e 2 operadores devem fazer a limpeza interna do caminhão.
  - 5) Com a **limpeza do caminhão** finalizada deve-se retirar o LOTO e chamar o motorista para retirar o caminhão da plataforma.
  - 6) Após a saída da carreta, imediatamente um operador deve **retirar o excesso** de material que esta no chão jogando para dentro do SDC e o outro operador já começa a soprar ou varrer a tampa da moega do SDC.
  - 7) O operador que jogou o material para dentro da SDC, ao finalizar esta atividade, imediatamente inicia a limpeza dos transportadores (TRs) do WWB, soprando e retirando o excesso do material que estiver no TR observando os quatro **pontos de atenção** do TR.

Obs1: Fazer o LOTO e rapidamente limpar o material que fica preso debaixo desses TRs e imediatamente ligar os TRs para que o restante da SDC suba para a despalha.

### 7.1) Pontos de Atenção WWB

- ✓ Cabeça do TR chegando no WWB
- ✓ Cabeça do TR saindo do WWB
- ✓ Calha Vibratória
- ✓ Cabeça do TR que chega na Despalha

- 8) Chamar o operador para a vistoria com o **checklist** a ser realizado.
- 9) Avisar através do rádio o operador responsável da despalha que o **setup foi finalizado**.
- 10) Ao término da atividade anterior deve-se voltar e limpar os locais onde não caem material na esteira.
- 11) Com a limpeza finalizada posicionar imediatamente a próxima carreta a ser processada, colocar a esteira no pistão do SDC sem abrir a carreta.

Obs2: As esteiras sempre devem ficar ligadas, caso haja a necessidade de retirar algumas espigas que ficaram presas, deve-se fazer o bloqueio (LOTO).

Obs3: Quando os operadores avisarem que está concluída a limpeza não poderá jogar mais nenhum material nos transportadores. Caso haja algum material retirar manualmente para não sujar a linha que esta sendo limpa.



**Checklist SDC****Data:** \_\_\_\_\_

Todos os itens abaixo estão limpos?

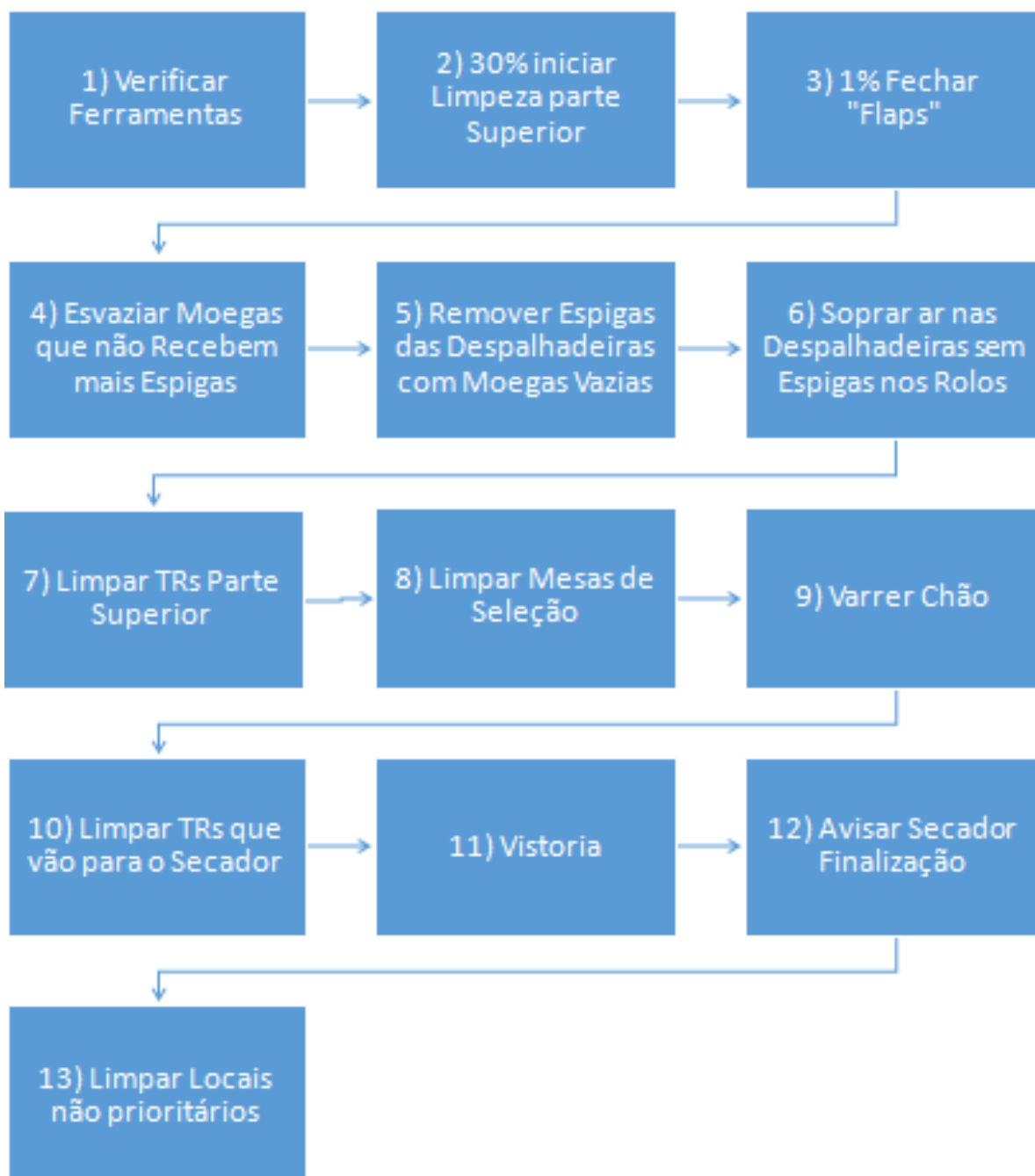
- Batente e Rolo sem grãos
- Tampa da Guilhotina sem grãos
- Lateral da Guilhotina sem grãos
- Proteções dos Pistões acima da Guilhotina sem grãos
- TR saindo do SDC até o WWB
- Cabeça do TR chegando no WWB
- Cabeça do TR saindo do WWB
- Calha Vibratória
- Cabaça do TR que chega na Despalha

---

Assinatura Operador

**APÊNDICE C – Instrução de Trabalho das Despalhadeiras**

### Fluxograma Despalha



**Setup Despalhadeiras****Tempo ideal: 1h12min**

- Após o aviso do operador sobre a última carreta, este procedimento deve ser iniciado.
  - 1) Imediatamente após a última carreta ser acoplada um operador safrista deve fazer uma verificação se as ferramentas (vassouras, rodos, mangueiras de ar, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), pá de lixo) que serão utilizadas na limpeza estão disponíveis.
  - 2) Após o operador da SDC avisar que faltam **30%** do volume da carreta, o operador 1 deve iniciar o procedimento de limpeza na parte superior das despalhadeiras, isto é, soprar ar e retirar excessos de sementes na parte externa dos TRs.
  - 3) Quando **1%** o operador da despalha for avisado que falta **1% da carreta**, deve-se fechar o “Flap” da primeira moega para evitar que o material continue indo para todas.
  - 4) O operador 2 deve garantir que as moegas que não estão recebendo mais espigas estejam vazias, fazer o **LOTO** e iniciar a remover as espigas “embuchadas” nos rolos.
  - 5) O operador 3 deve iniciar o procedimento de **soprar ar** nas despalhadeiras que não possuem mais espigas em seus rolos.
  - 6) Quando o último caminhão finalizar suas espigas, o operador 1 deve fazer a **limpeza dos TRs** na parte superior das despalhadeiras.
  - 7) Com a parte superior finalizada, o operador 1 deve iniciar o procedimento de limpeza das **mesas de seleção**.
  - 8) Com o início da limpeza das mesas de seleção 2 safristas devem iniciar o procedimento de **varrer o chão** das mesas de seleção.
  - 9) O operador 4 deve avisar através do rádio o operador do secador para iniciar o procedimento de limpeza.
  - 10) Após o operador 1 finalizar a limpeza das mesas de seleção ele deve limpar os **TRs** que vão para o secador.

- 11) Chamar o operador para a vistoria de linha com o **checklist** a ser realizado.
- 12) Avisar através do rádio o operador responsável do secador que o **setup foi finalizado**.
- 13) Ao término da atividade anterior deve-se voltar e limpar os locais onde não caem material na esteira.

Obs 1: As esteiras sempre devem ficar ligadas, caso haja a necessidade de retirar algumas espigas que ficaram presas, deve-se fazer o bloqueio (LOTO).

Obs 2: Quando os operadores avisarem que está concluída a limpeza não poderá jogar mais nenhum material nos transportadores. Caso haja algum material retirar manualmente para não sujar a linha que está sendo limpa.

**Checklist Despalhadeiras**

Data: \_\_\_\_\_

Todos os itens abaixo estão limpos?

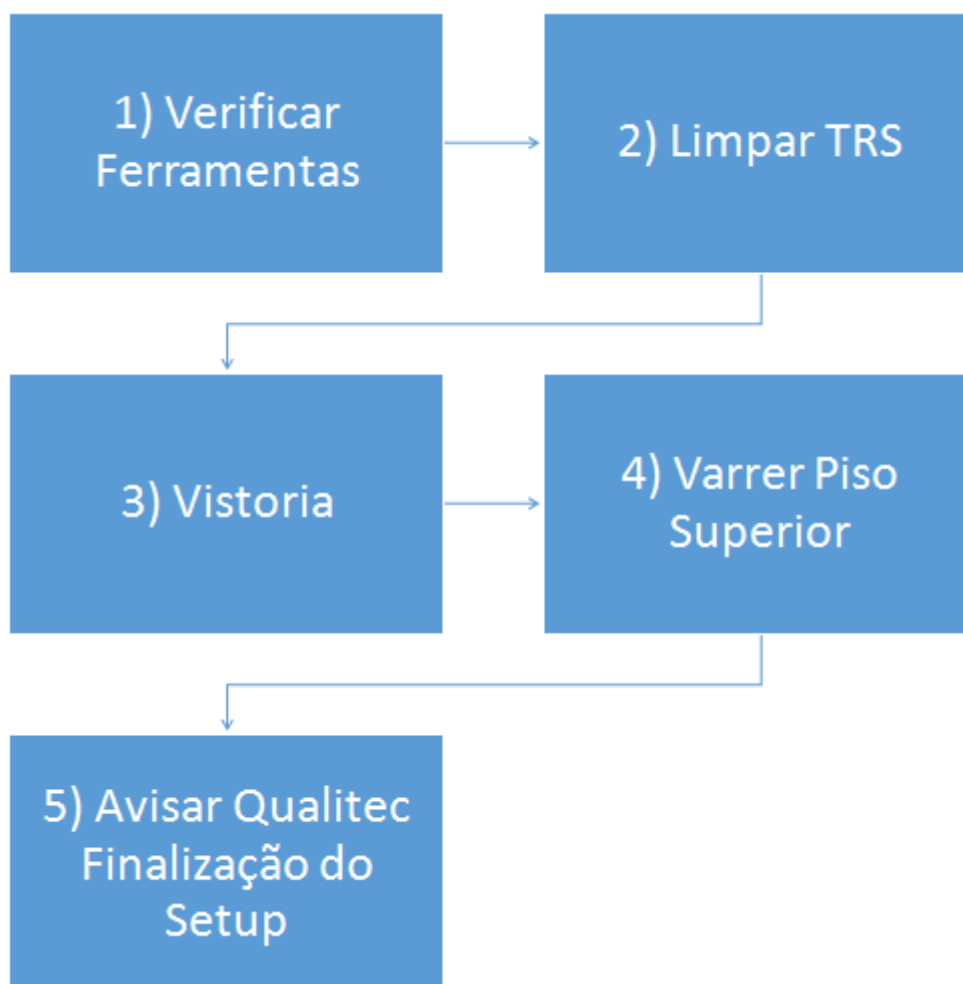
- TRs superiores sem grãos
- Todas as moegas sem espigas
- Todas as despalhadeiras sem espigas
- Mesas de seleção sem grãos
- TRs que vão para o secador sem grãos

---

Assinatura Operador

**APÊNDICE D – Instrução de Trabalho dos Secadores**

### Fluxograma dos Secadores





## Setup Secador

Tempo ideal: 12min

- Após o aviso do operador que fará a vistoria de linha sobre a última carreta, este procedimento deve ser iniciado.
  - 1) Imediatamente após o aviso que a última carreta foi acoplada um operador safrista deve fazer uma verificação se as ferramentas (vassouras, rodos, mangueiras de ar, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), pá de lixo, chave de cadeado) que serão utilizadas na limpeza estão disponíveis.
  - 2) Após o operador da despalha avisar que o *setup* da despalha está na última fase o operador do secador deve iniciar o procedimento de **pré-limpeza**, que consiste na vestimenta dos EPIs necessários e posicionamento com as ferramentas necessárias no primeiro TR a ser limpo.
  - 3) Quando for avisado pelo operador que fará a vistoria final de linha que o *setup* na despalha foi finalizado, deve-se iniciar a **limpeza dos TRs**.
  - 4) Após finalizar a limpeza nos TRs chamar o operador para a vistoria de linha com o **checklist** a ser realizado.
  - 5) Ao término da atividade anterior deve-se **varrer o piso superior do secador**.

Obs 1: Quando os operadores avisarem que está concluída a limpeza não poderá jogar mais nenhum material nos transportadores. Caso haja algum material retirar manualmente para não sujar a linha que esta sendo limpa.

**Checklist Secador**

Data: \_\_\_\_\_

Todos os itens abaixo estão limpos?

 TRs estão sem grãos Chão está sem grãos

---

Assinatura Operador