

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FINANCEIRA

LUCAS MONTEIRO PEREIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO
DA METODOLOGIA SMED EM UMA INDÚSTRIA SEMENTEIRA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2019

LUCAS MONTEIRO PEREIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO
DA METODOLOGIA SMED EM UMA INDÚSTRIA SEMENTEIRA**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Gestão e Economia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Gestão Financeira”.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Catapan

CURITIBA - PR

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

LUCAS MONTEIRO PEREIRA

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SMED EM UMA INDÚSTRIA SEMENTEIRA

Esta monografia foi apresentada no dia **21** de **outubro** de **2019**, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão Financeira, do Departamento Acadêmico de Gestão e Economia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba. **LUCAS MONTEIRO PEREIRA** apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Anderson Catapan
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Lobato Torres
Banca

Prof. Dr. Antônio Barbosa Lemes Junior
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Antônio Barbosa Lemes Jr.

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 esposa 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. Anderson Catapan e ao meu professor coordenador do curso Prof. Dr. Antônio Barbosa Lemes Júnior, pela sabedoria, paciência e compreensão com que me guiaram nesta trajetória.

Ao meu sócio Leonardo Sampaio pelo apoio.

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.

RESUMO

PEREIRA, Lucas Monteiro. Análise de viabilidade econômica para implementação da metodologia SMED em uma indústria sementeira. 2019. 38 p. Trabalho de Conclusão de Especialização (Especialização em Gestão Financeira) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Financeira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

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 avaliar a viabilidade econômica da execução de um projeto propondo melhoria no tempo de *setup* de três processos que compõem quatro linhas de recebimento em uma indústria de beneficiamento de semente, 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 podem aumentar 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, obtendo uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 47%.

Palavras-chave: Setor agroindustrial. *Setup*. SMED. Taxa Interna de Retorno (TIR).

SUMMARY

PEREIRA, Lucas Monteiro. Economic feasibility analysis for SMED methodology implementation in a seed industry. 2019. 38 p. Specialization Conclusion Paper (Specialization in Financial Management) - Postgraduate Program in Financial Management, Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The agroindustrial sector is one of the fundamental sectors of the Brazilian economy, being responsible for the generation of a significant part of the gross domestic product (GDP) and the generation of employment and income, especially the corn seed sector. Due to the emergence of new technologies and improvement of agroindustry processes, competitiveness has been increasingly present in the daily lives of companies. Due to these facts, the objective of this work is to evaluate the economic viability of the execution of a project proposing an improvement in the setup time of three processes that make up four receiving lines in a seed processing industry, through the Single Minute Exchange of Die methodology. (SMED). The methodology of this research is the case study because changes in the tool change process are suggested, which may increase the productivity and efficiency of the industry. As a result, a 56% reduction in the setup time required to clean the production lines was obtained, obtaining an Internal Rate of Return (IRR) of 47%.

Keywords: Agroindustry sector. Setup SMED. Internal Rate of Return (IRR).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Justificativa.....	9
1.2 Objetivos.....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Definição de <i>Setup</i>	11
2.2 Filosofia <i>Just In Time</i>	11
2.3 O que é SMED.....	13
2.3.1 Estágios da metodologia SMED.....	13
2.3.2 A importância da SMED na implementação dos sistemas de produção enxuta.....	15
2.3.3 Taxa interna de Retorno (TIR)	17
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Ambiente da Pesquisa.....	19
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Mudanças no SDC	27
4.2 Mudanças na Despalha	28
4.3 Mudanças no Secador.....	29
4.3 Análise dos ganhos obtidos com a aplicação do SMED	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

A competitividade tem se mostrado cada dia mais presente no cotidiano das empresas e é um fator diferencial entre a vida ou morte de uma empresa ou um produto. No ano de 2019 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.

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. Associado com conhecimentos em gestão financeira, este profissional pode potencializar os resultados obtidos através estudos de viabilidades de projetos, calculando os possíveis resultados a serem obtidos com determinadas ações a serem tomadas.

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, a metodologia SMED tem como objetivo a redução do tempo de *setup* de máquinas nos mais variados tipos de indústrias.

Já dentro da gestão financeira, uma das principais áreas é o retorno financeiro que um projeto trará se executado conforme o planejamento. Este retorno pode ser medido em quanto tempo será necessário para que os investimentos feitos no projeto retornem o valor investido, o *Payback*. Outra forma de verificar a viabilidade do projeto é através da Taxa Interna de Retorno (TIR), que segundo Pereira (2007) é a taxa de juros que equipara o valor presente das entradas, com o valor presente das saídas previstas. A TIR pode ser usada como um dos métodos disponíveis para análise de investimentos, considerando que o projeto será economicamente viável se o resultado da TIR for maior do que o número estipulado para o projeto.

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 de milho 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: é viável realizar os investimentos necessários nas linhas de produção para aplicação da ferramenta SMED?

1.1 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 se pode obter em condições comuns de trabalho e em um período 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.

Caso os resultados obtidos neste estudo sejam positivos e significativos, existe a possibilidade de replicar os métodos propostos aqui em mais três plantas que possuem características muito semelhantes aos processos em estudo. Desta forma há maior chance de ampliar os resultados obtidos.

1.2 Objetivos

Objetivo Geral: Verificar a viabilidade econômica da implementação da metodologia SMED a fim de reduzir o tempo de setup e aumentar a produtividade nas quatro linhas de recebimento de uma indústria sementeira de grande porte.

Os objetivos específicos são:

- Coletar informações e cronometrar os tempos atuais de *setup* da máquina;
- Analisar quais atividades do *setup* podem ser alteradas;
- Realizar um projeto piloto da metodologia SMED, verificar os resultados obtidos e propor melhorias ao processo.
- Analisar a viabilidade de implementação do projeto;

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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.

2.2 Filosofia *Just In Time*

A 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 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 Giansi (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 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, segundo WOMACK et. al. 1992) apud (CONCEIÇÃO et. al., 2009).

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.

2.3.1 Estágios da metodologia SMED

De acordo com Shingo (1996;2000), 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 (1996;2000) define que o seu método constitui-se de 4 estágios, que são apresentados abaixo:

No primeiro estágio, ou Estágio Zero 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 segundo estágio, ou 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:

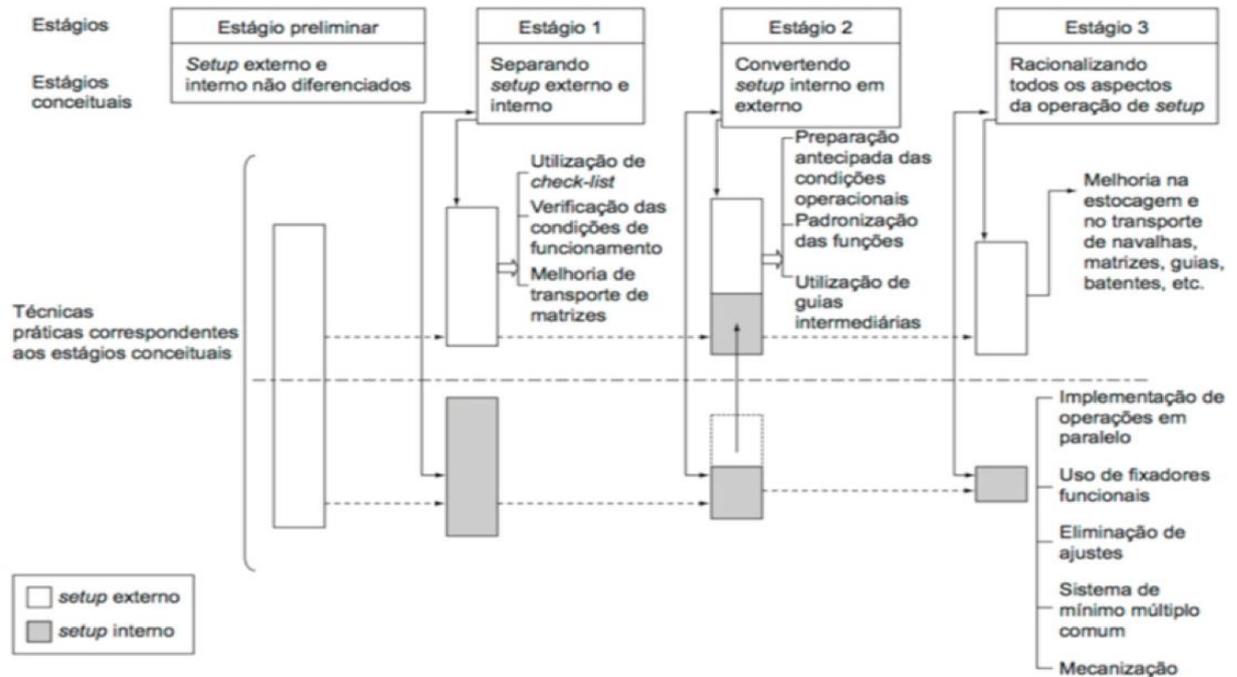
[...] se for feito um esforço científico para realizar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, então, o tempo necessário para o interno pode ser reduzido de 30 a 50%. Controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir o SMED” (SHINGO, 1985, p. 45).

No terceiro estágio, ou 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 quarto e último estágio, ou 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 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.

Figura 1 abaixo ilustra os quatro estágios da metodologia SMED.

Figura 1– Os quatro estágios da metodologia SMED



Fonte: Shingo (2000)

2.3.2 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) *apud* (CONCEIÇÃO et al., 2009).

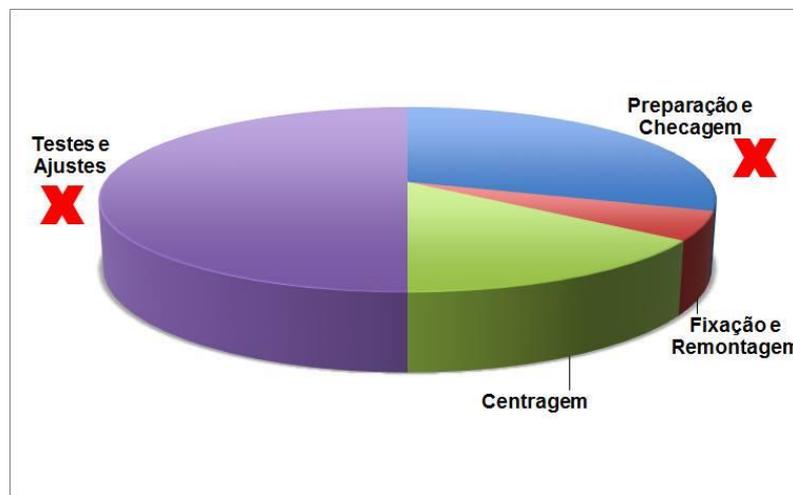
A tabela 1 abaixo mostra as proporções dos tempos de *setup* antes de aplicar a metodologia SMED.

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

Passos de um <i>Setup</i>	Proporções do tempo de <i>setup</i> antes do SMED
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: Birmigham e Jelinek (2007)

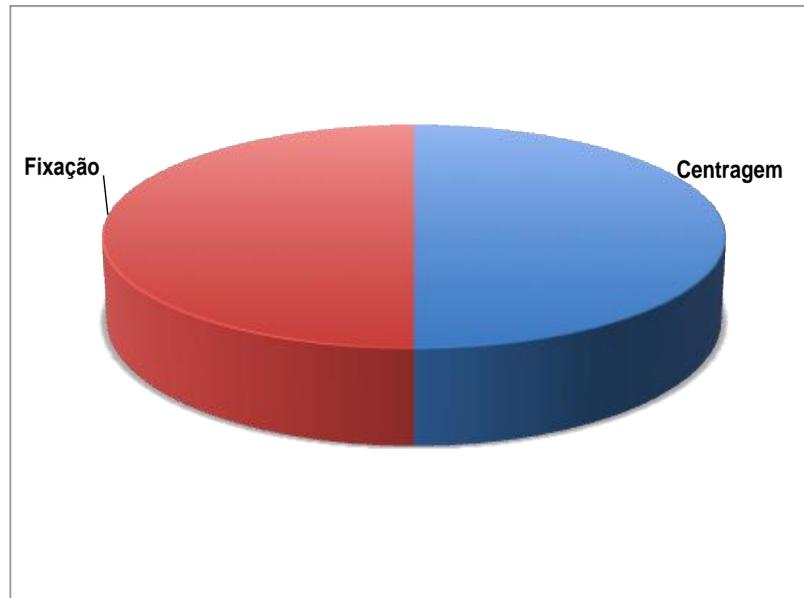
O gráfico 1 a seguir mostra as proporções dos tempos de *setup* antes da metodologia SMED ser aplicada.

Gráfico 1 – Proporções dos tempos de *setup* antes da metodologia SMED ser aplicada

Fonte: Autoria própria (2019), baseada no autor Birmigham e Jelinek (2007)

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 (2019), baseada no autor Birmigham e Jelinek (2007)

2.3.3 Taxa interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR), segundo Hoji (2006) também pode ser identificada como taxa de desconto do fluxo de caixa. A TIR pode se caracterizar por ser uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos com prazo determinado, que comumente é utilizada para identificar saídas e recebimentos que identificam as entradas. Estes indicadores têm a função de descontar um valor futuro ou calcular os valores dos juros sobre o valor presente, com o objetivo de situar o valor no tempo que for necessário, com o valor ajustado às taxas. Neto (2006) recomenda que a data de início da operação, estágio inicial deve ser considerado como ponto de comparação entre os fluxos de caixa.

O fluxo de caixa inicial, de acordo com Neto (2006), comumente é caracterizado como valor do investimento, financiamento ou empréstimo. Os fluxos de caixa remanescentes, se positivos podem ser classificados como receitas, e se negativos como prestações devidas.

A TIR, quando usada para realizar análise de investimentos, tem a função de fornecer informações para que a tomada de decisão seja do tipo “aceitar” ou “rejeitar”. Para isto, é preciso levar em conta que se a TIR for maior que o custo de capital, que é a taxa mínima de atratividade definida pelos sócios ou investidores, aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Desta forma a taxa de retorno “i” definida empresa, é garantida que será alcançada,

caso as projeções realizadas se concretizem (GITMAN, 2002). Matematicamente, a TIR é obtida resolvendo-se a Equação 1 para o valor de k que torne o VPL igual a zero.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (1)$$

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (2)$$

Onde: FC_t – valor presente das entradas de caixa;
 I₀ – investimento inicial;
 k – taxa de desconto (igual ao custo de capital de empresa);
 t – tempo de desconto de cada entrada de caixa;
 n - tempo de desconto do último fluxo de caixa.

A TIR pode ser calculada de duas maneiras segundo Gitman (2002): através de programas em computadores ou através de calculadoras financeiras por tentativa e erro. Neste trabalho foi utilizado o software Microsoft Excel para realizar tais cálculos.

METODOLOGIA

A parte teórica deste estudo de caso foi desenvolvida através de revisão da literatura em artigos científicos, revistas, livros, dissertações e teses com o objetivo de compreender e explicar a metodologia aplicada e gerar embasamento teórico para o desenvolvimento do trabalho.

A natureza deste estudo de caso é de pesquisa aplicada: visto que foram analisadas quatro linhas de recebimento na empresa, com a intenção de gerar conhecimento particularmente sobre a viabilidade de execução do projeto para implementar o novo sistema de trabalho nos setores do sistema de descarga por correias, despalhadeiras 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.

Os procedimentos técnicos podem ser caracterizados principalmente como pesquisa-ação de acordo com Gil (1991) apud (DA SILVA e MENEZES, 2005), 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 e após a aplicação da metodologia 36 coletas de dados foram realizadas, para possibilitar uma análise quantitativa da melhoria implantada. Também foi realizada uma pesquisa documental baseada em relatórios e documentos da empresa e levantamento de informações através dos colaboradores, porém as principais técnicas utilizadas foram as medições e análises feitas nas linhas.

3.1 Ambiente da Pesquisa

A indústria que foi analisada por este estudo de caso é do setor sementeiro e beneficia aproximadamente 30 tipos de semente de milho. 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

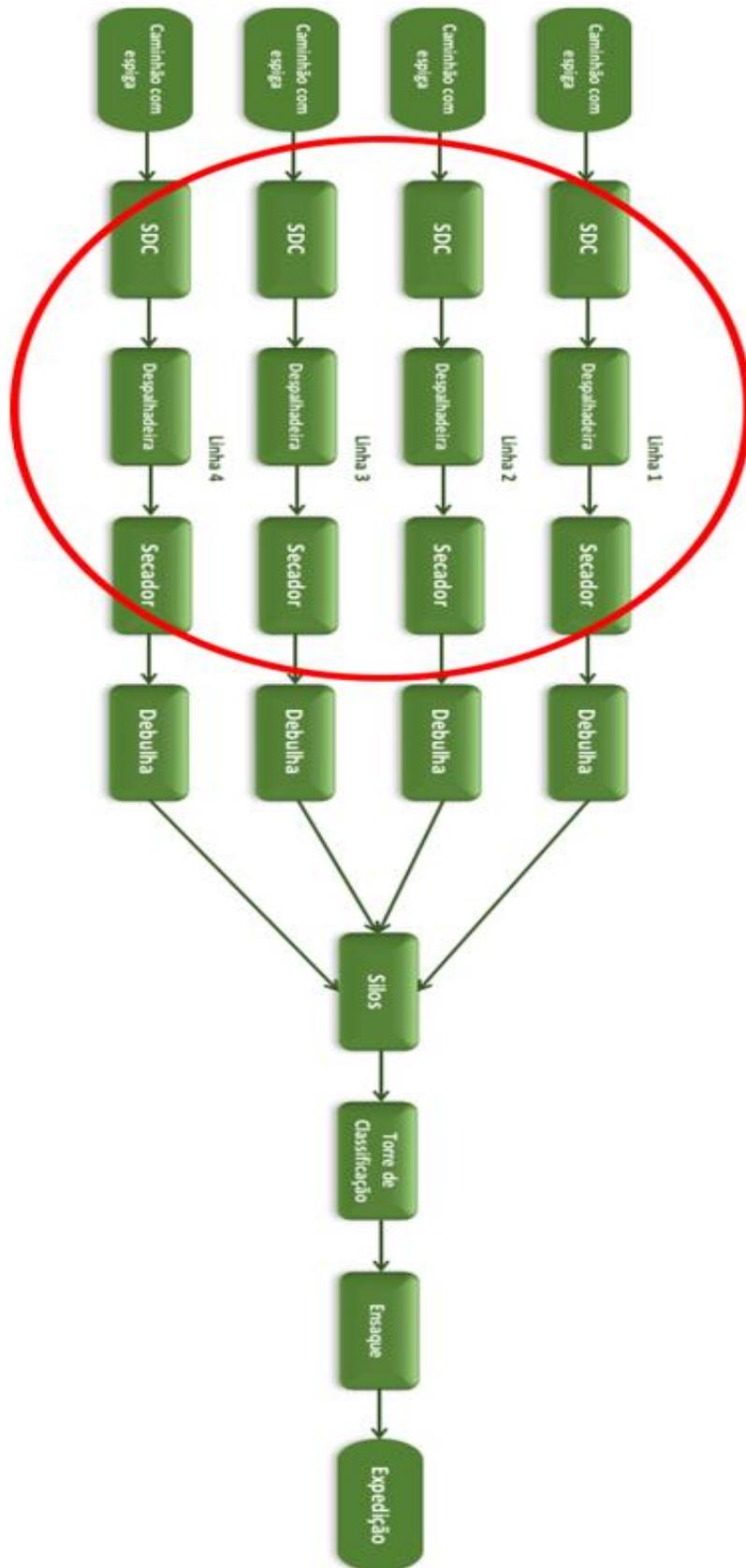
2,2 horas. Além destas quatro linhas, existem outras três plantas que possuem o sistema de recebimento similar às linhas em estudo e que também apresentam tempos de setup elevados.

O estudo de caso foi aplicado em uma indústria de porte grande (aproximadamente 1.200 funcionários) de acordo com a classificação do SEBRAE quanto ao número de empregados.

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 e saírem como grão para plantação por clientes finais.

Com o fluxograma de produção da indústria em estudo ilustrado na figura 2, é possível identificar que as quatro linhas em estudo são de suma importância, pois elas são as etapas que dão início ao processo de produção. Como é possível observar, independente da matéria-prima a ser beneficiada todas elas devem passar obrigatoriamente pelo recebimento para iniciar o processo de beneficiamento da semente. O fluxograma a seguir ilustra todas as etapas que as matérias-primas passam dentro da empresa até serem ensacadas como produto. Os processos em estudo foram identificados com um círculo vermelho a fim de facilitar a visualização.

Figura 2 – Fluxograma de produção da fábrica em estudo



Fonte: Autoria própria

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 abaixo.

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 35% a 25%, 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.

A cada recebimento de diferentes sementes de milho é necessário que seja realizado o *setup* da linha por completa, 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 colaborador realiza a vistoria da linha para certificar-se de que não existe nenhum resquício de semente de milho do material anterior e só assim a linha é liberada para o recebimento do próximo material.

Durante a realização 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 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, qualitativas e sugestões de melhorias a serem implantadas na fábrica.

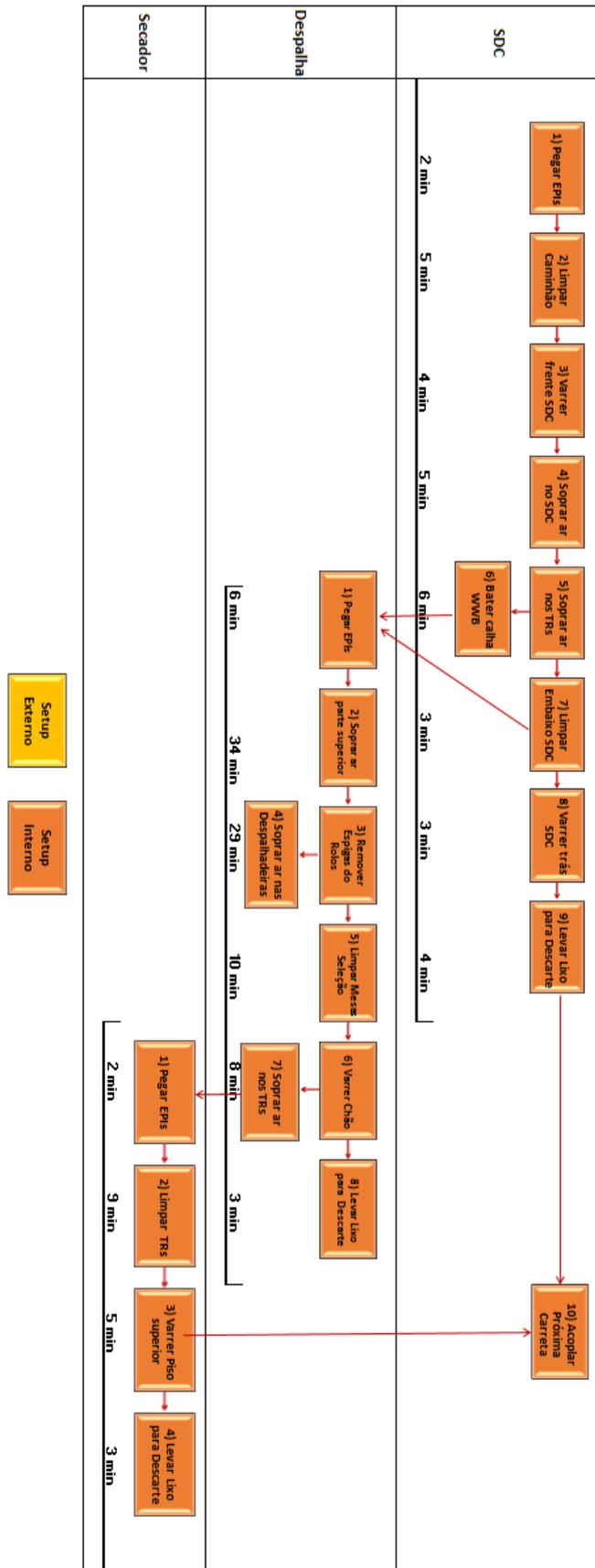
Esperava-se que com as melhorias implementadas a redução no tempo de *setup* fosse reduzido para 30% do tempo anterior, ou seja, que o tempo médio de *setup* diminuísse para 1,5 horas.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 3 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. A primeira coluna identifica qual processo está sendo realizado, e a segunda coluna detalha cada atividade realizada em ordem de execução. No SDC o tempo médio total de *setup* interno era de 0,5 horas, porém ao finalizar a atividade 6 e 7 o procedimento de *setup* na despalha era iniciado. Já na despalha o tempo médio de *setup* interno era de 1,5 horas, onde apenas após a finalização da atividade 7 o procedimento de *setup* era iniciado no secador. No secador o tempo médio de *setup* era de 0,3 horas, e com a finalização deste o processo de *setup* era encerrado com um tempo médio total de aproximadamente 2,2 horas.

Como é possível observar a seguir na figura 3 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 3: Fluxograma do recebimento antes da aplicação da metodologia SMED



Fonte: Autoria própria

Para transformar as atividades internas em externas algumas mudanças na execução das atividades dos três setores foram necessárias. As principais modificações realizadas foram 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.

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: Autorial 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*.

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 despaldadeiras, 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 despaldadeiras deve ser fechado para que todas as espigas recebidas a partir deste momento vão para a primeira despaldadeira. 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 despaldadeiras, após a finalização do procedimento de soprar ar nas despaldadeiras. Quando as espigas do último caminhão forem totalmente descarregadas, o primeiro operador deve

finalizar a limpeza dos TRs na parte superior das despaldadeiras. 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 despaldas 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*.

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.

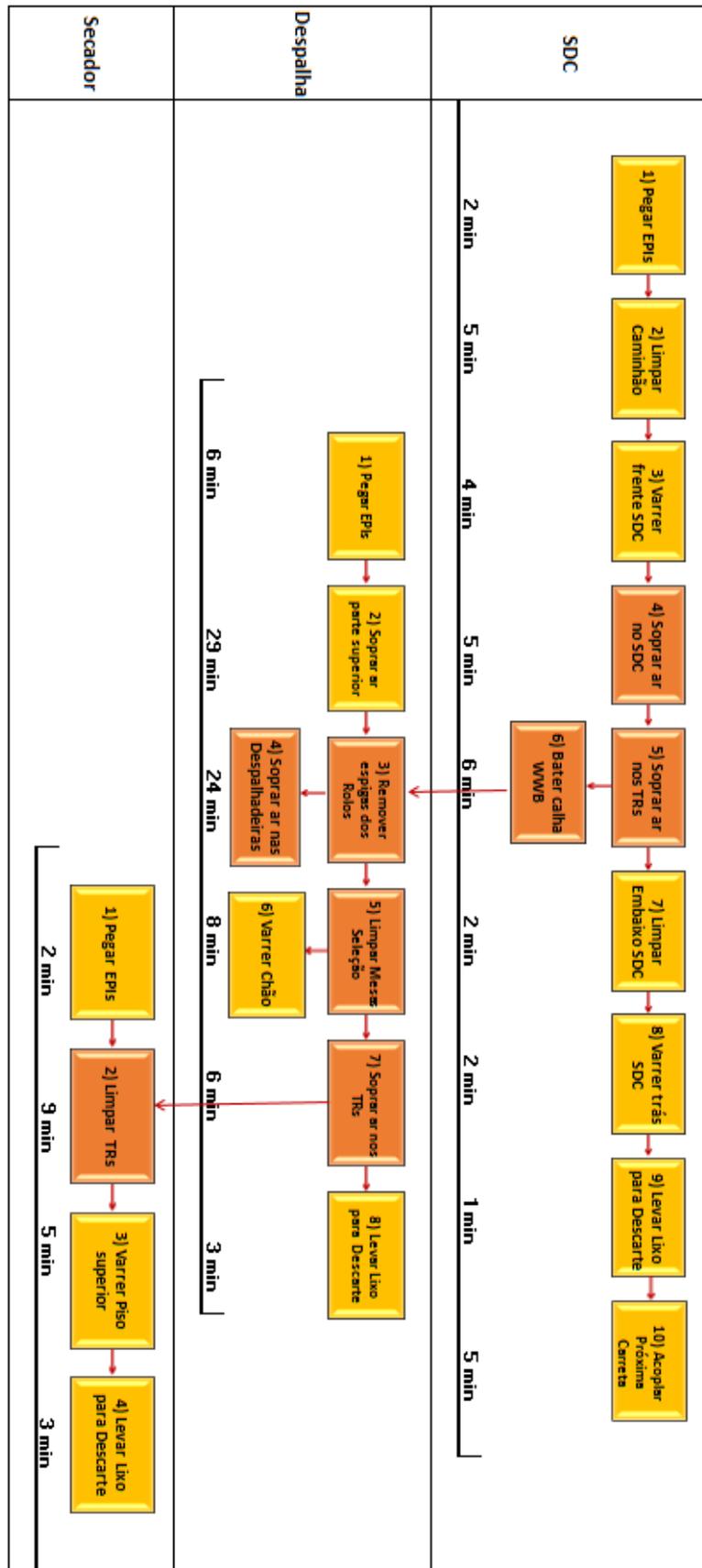
4.3 Mudanças no Secador

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*. Assim que a vistoria é finalizada o operador libera a linha para a o novo híbrido possa dar entrada no SDC, iniciando o processo de beneficiamento das sementes de milho.

Todas estas mudanças nos três setores resultam no fluxograma a seguir, ilustrado pela figura 4.

Figura 4: Fluxograma do recebimento após a aplicação da metodologia SMED



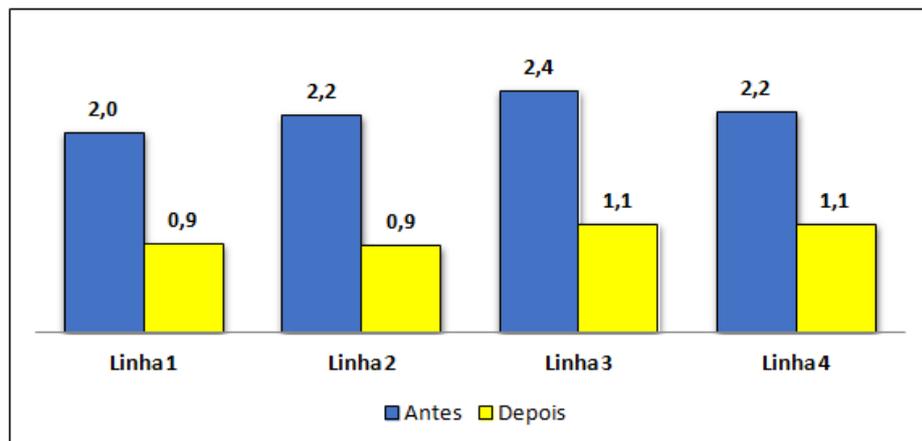
Fonte: Autoria própria

4.3 Análise dos ganhos obtidos com a aplicação do SMED

Na figura 4 o fluxograma do recebimento é ilustrado 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 dos três passos da metodologia, os resultados obtidos podem ser visualizados no gráfico 3 abaixo. Os dados utilizados para esta análise foram provenientes do formulário de setups, onde foram contabilizadas 270 medições do tempo de setup.

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

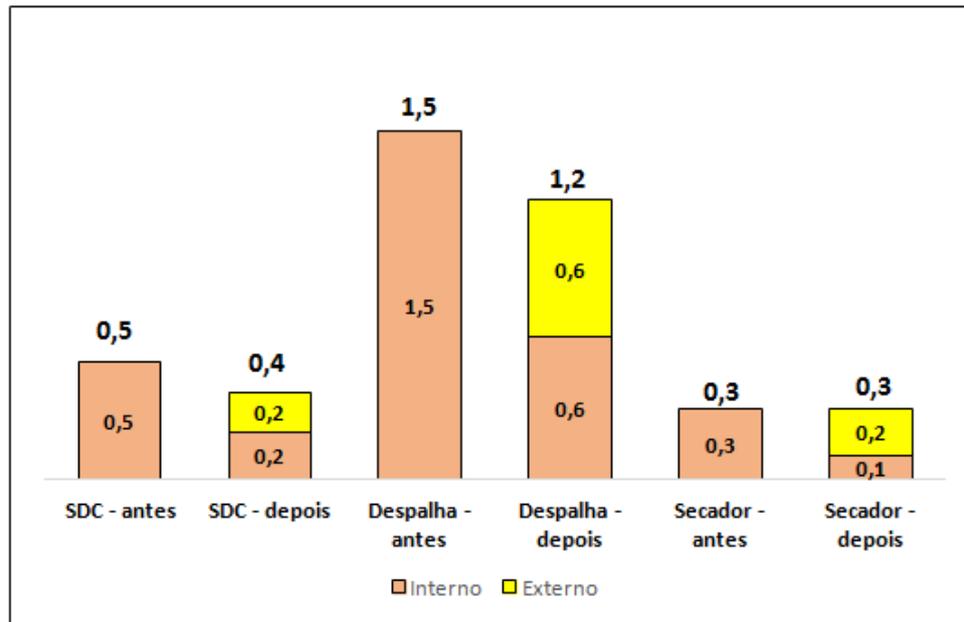


Fonte: Autoria própria

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.

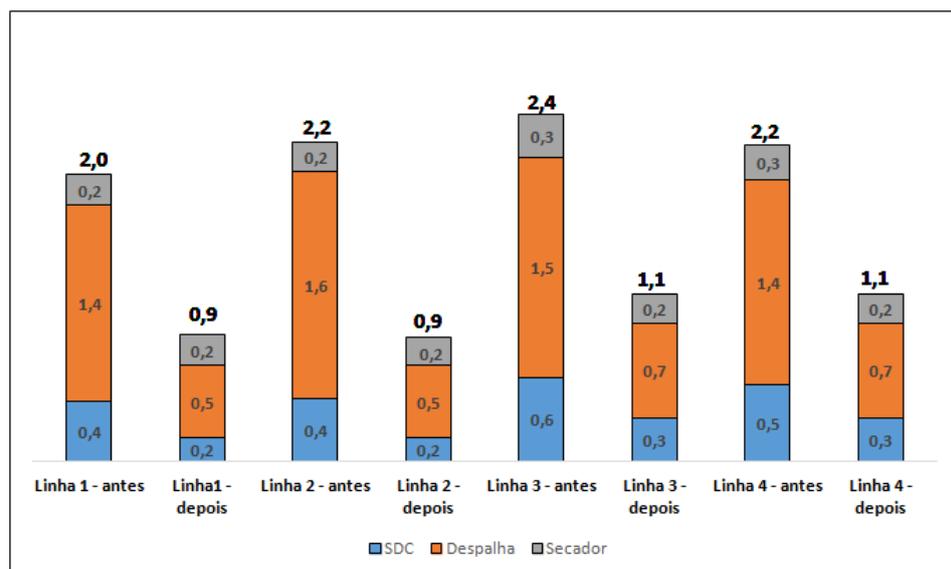
Gráfico 4: Tempo médio de setup externo x setup interno (h)



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 abaixo:

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

Indicadores	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 4	TOTAL
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
Tempo disponibilizado pela metodologia SMED (h)	1,1	1,3	1,3	1,1	4,9
Média de Setups / dia	1	1	1	1	4
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 esta tabela 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.

Para realizar o cálculo de disponibilidade levou-se em consideração que a unidade operacional funciona sete dias por semana, 24 horas por dia, porém o tempo produtivo real é de 20 horas por dia devido a parada de uma hora para alimentação 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 que podem ser utilizadas 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.

Se todo este tempo disponível for utilizado para aumentar o número de carretas recebidas durante todo o mês temos o seguinte fluxo de caixa:

Tabela 3 – Custos para implementação do projeto

Indicadores	Custo unitário	Qtde Necessária	Custo total
Kit EPIs	R\$ 290	12	R\$ 3.480
Instalação Sistema Ar Comprimido	R\$ 101.000	12	R\$ 1.212.000
Custo Mensal Ar Comprimido	R\$ 42.917	12	R\$ 515.000
Materiais para Limpeza	R\$ 150	12	R\$ 1.800
Custo inicial total (Investimento)			R\$ 1.732.280

Fonte: Autoria própria

Assim, temos um custo de investimento inicial de R\$1.732.280,00 para implantação do projeto nas quatro linhas de produção. Na tabela 4 a seguir é demonstrado o valor dos recebimentos mensais com a implantação do negócio e a Taxa Mínima de Atratividade exigida ao ano.

Tabela 4 – Dados para calcular a TIR do projeto

Item	Custo Inicial \$	Fluxo de Caixa mensal R\$	Vida do projeto (meses)
Aplicar metodologia SMED 4 linhas	1.732.280	855.000	12
TMA a.a.	30%		

Fonte: Aatoria própria

Na tabela 5 abaixo é demonstrado o fluxo de caixa, o valor presente líquido (VPL) e a TIR do projeto.

Tabela 5 – Cálculo da TIR

ANO	Fluxo de Caixa
0	-R\$ 1.732.280
1	R\$ 855.000
2	R\$ 855.000
3	R\$ 855.000
4	R\$ 855.000
5	R\$ 855.000
6	R\$ 855.000
7	R\$ 855.000
8	R\$ 855.000
9	R\$ 855.000
10	R\$ 855.000
11	R\$ 855.000
12	R\$ 855.000
VPL	R\$ 995.392,35
TIR	47%

Fonte: Aatoria própria

Desta forma fica evidenciado que a execução do projeto possui uma TIR de 47%, acima do custo de capital da empresa, de 30%, indicando que o projeto pode ser executado do ponto de vista financeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as referências bibliográficas, foi possível abranger e nutrir as questões teóricas possibilitando o conhecimento 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.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar se a implantação da metodologia SMED nas quatro linhas de recebimento de uma indústria sementeira é viável ou não. Com o resultado da TIR em 47%, pode-se afirmar que o projeto é viável, em termos econômico.

A implementação do projeto piloto da metodologia permitiu verificar a possibilidade de reduções significativas no tempo médio de *setup* interno. Esses resultados foram alcançados principalmente através da reorganização, padronização dos processos e realização de investimentos, trazendo retornos significativos para a empresa.

Após a aplicação do terceiro estágio 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 a mais por mês, ou o equivalente R\$ 855.000,00 de margem de contribuição a mais no orçamento mensal.

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.

CONCEIÇÃO, S. V.; RODRIGUES, I. A.; AZEVEDO, A. A, ALMEIDA, J. F.; FERREIRA, F.; MORAIS, A. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura controlada. **Gestão & Produção**, São Carlos (SP), v.16, n. 3 p. 357-369, jul.- set. 2009.

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

DA SILVA, E. L.; Menezes, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

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

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª ed. São Paulo: HARBRA, 2002.

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.

HOJI, M. **Administração Financeira: uma abordagem prática**. 5ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006.

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>. Acesso em: 27 set. 2019.

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.

NETO, A. A. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 9ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006. 448p.

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.

SLACK, N.; et. al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
<<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>> Acesso em: 29 set. 2019.

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.