

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

Daiane Maria de Genaro Chiroli, Lucas Monteiro Pereira, Juan Carlos Claros Garcia, Fábio Ceron Branco

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. Uma das ferramentas da manufatura enxuta, que proporciona vantagens quanto à flexibilidade de produção e redução de tempos de processo, é a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), que se encarrega de reduzir o tempo de *setup* de um processo. 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, através da metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED). A metodologia SMED foi aplicada nos processos analisados e foram sugeridas alterações na troca de ferramentas, que aumentaram a produtividade e a eficiência da beneficiadora de sementes. 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.

SMED application on receiving lines: case study in a seed industry

Abstract: The agroindustrial sector is one of the fundamental sectors of the Brazilian economy, being responsible for generating a significant part of the Gross Domestic Product (GDP) and generating employment and income, especially the corn seed sector. Due to the emergence of new technologies and improvement of agro-industrial processes, competitiveness has been increasingly present in the daily lives of companies. One of the lean manufacturing tools, which offers advantages in production flexibility and reduced process times, is the Single Minute Exchange of Die (SMED), which reduces the setup time of a process. Due to these facts, the objective of this work is to reduce the setup time of three processes that make part of four receiving lines in a seed processing industry located in Paracatu/MG, through SMED methodology. The SMED methodology was applied to the analyzed processes and setup improvements were suggested, which increased the productivity and efficiency of the plant. As a result, a 56% reduction in the setup time required to clean the production lines was achieved, representing a 6.2% increase in plant production capacity.

Key-words: Agroindustrial sector, *setup*, SMED, efficiency.

1. Introdução

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 técnicas utilizadas é a metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED) ou, em português, Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Essa metodologia tem como objetivo a redução dos tempos de *setup* nos processos de produção e assim possibilitar a redução do

tamanho dos lotes, o qual, por sua vez, contribui para a flexibilidade e redução dos *lead times* de produção. A metodologia SMED identifica as atividades do *setup* que podem sofrer alterações fazendo com que seu tempo seja reduzido para até um dígito de minuto (SHINGO, 1996).

Este trabalho mostra a metodologia SMED aplicada em três atividades essenciais da fase de recebimento em uma indústria de beneficiamento de sementes, onde todas as espigas recebidas passam obrigatoriamente por estas etapas para dar continuidade no processo de beneficiamento. O objetivo principal do estudo consiste em reduzir o tempo de *setup* aplicando a metodologia SMED nas quatro linhas de recebimento da empresa estudada.

2. Metodologia SMED

2.1. 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 que a filosofia *Lean manufacturing* funcione com sucesso, todos os colaboradores da empresa, desde a alta direção até o chão de fábrica devem estar comprometidos com as técnicas de 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 e 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.

2.2. 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) sustenta que o seu método se constitui de quatro estágios. 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 como *setup* externo ou para averiguar se alguma atividade foi classificada de maneira errada.

A respeito deste estágio, Shingo (1985) comenta que:

[...] 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 deve ser feita a conversão do *setup* interno em externo. 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, diminuindo o tempo de medição e não sendo mais necessário a verificação se o procedimento foi realizado corretamente; e outros objetos que possam ser usados tais como dispositivos à prova de erros,

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; e mecanização, entre outros.

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

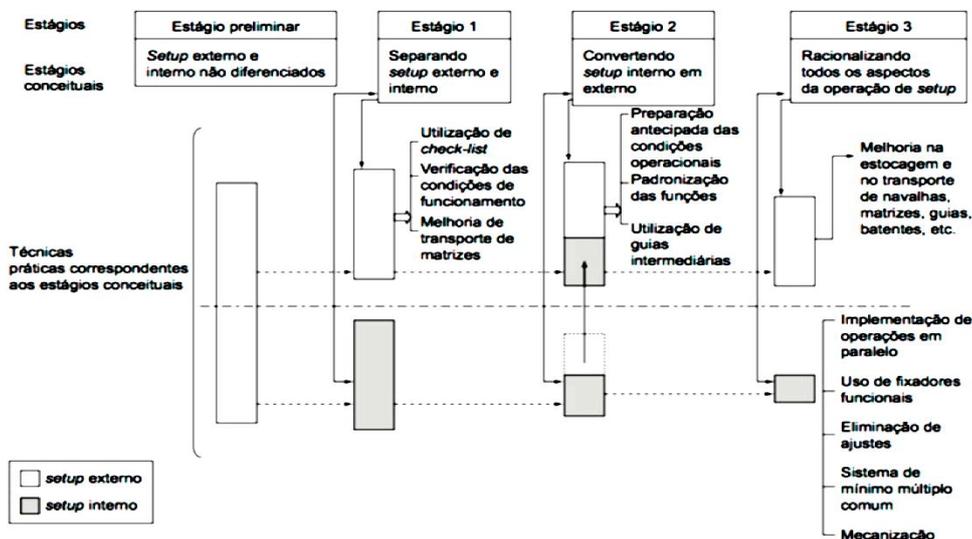


Figura 1 – Os quatro estágios da metodologia SMED
Fonte: Shingo (2000)

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. À medida que tais ações são implementadas, o tempo de setup interno é reduzido ao longo das etapas do SMED.

2.3. A importância do SMED na implementação dos sistemas de produção enxuta

Para Antunes (1998) a metodologia SMED pode ser considerada um dos elementos principais do pensamento enxuto. Dentre as muitas vantagens que a aplicação da metodologia proporciona, Van Goubergen e Van Landeghem (2002) destacam como principais: a produção em pequenos lotes; maior flexibilidade; diminuição do *lead time*; redução de estoques; aumento da qualidade; redução de retrabalho e de desperdícios; aumento de produtividade; aumento nas margens de lucro; e maior velocidade de entrega.

A Tabela 1 mostra as proporções de tempo das atividades de *setup* antes de aplicar a metodologia SMED.

| Atividades de <i>setup</i> | Proporção de tempo |
|--|--------------------|
| 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: adaptado de Birmigham e Jelinek (2007)

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

Conforme a 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*. Ainda com Birmigham e Jelinek (2007), após a aplicação da metodologia SMED as duas atividades que utilizam a maior parte do tempo podem ser eliminadas do *setup* interno e assim haveria a diminuição no tempo total utilizado. O resultado final seria o *setup* composto principalmente pelo segundo e terceiro conjunto de atividades da Tabela 1, em proporções aproximadamente iguais.

Conforme Shingo (1996), a Figura 2 mostra os benefícios que resultam da implantação da metodologia SMED, independente da aplicação para máquinas ou processos.

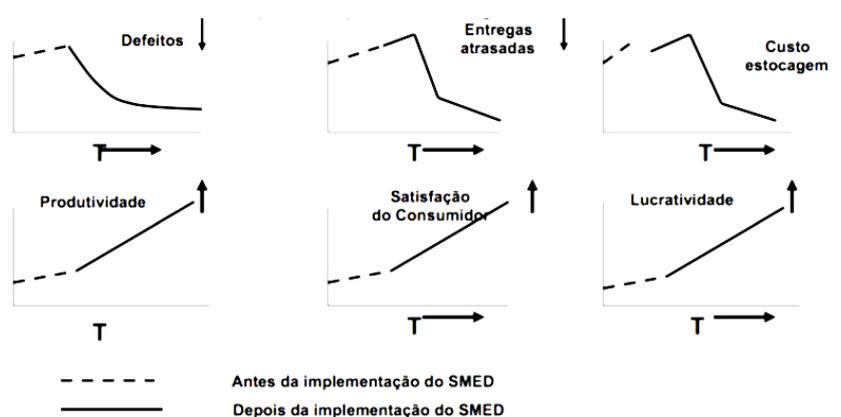


Figura 2 – Benefícios da troca rápida com SMED

Fonte: Shingo (1996)

Conforme a Figura 2, caso os procedimentos de aplicação da metodologia SMED sejam realizados corretamente, alguns benefícios podem ser identificados nos processos de produção. 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.

3. Metodologia

O estudo de caso foi realizado em uma indústria beneficiadora de sementes de grande porte, a qual possui aproximadamente 30 tipos de sementes de milho no portfólio. As quatro linhas de recebimento de sementes que foram estudadas estão compostas por três atividades que são caracterizadas pelo sistema de descarga por correias (SDC), despalhadeiras e secadores.

O objeto de estudo foi o *setup*, constituído pelas atividades de limpeza realizadas no SDC, despalhadeiras e secadores das quatro linhas estudadas. Essas atividades são necessárias para que o maquinário e equipamentos estejam em condições adequadas para processar um novo lote de sementes, garantindo assim a eliminação de resíduos de sementes do lote anterior. O tempo médio de *setup* das quatro linhas de recebimento é de aproximadamente 2,2 horas. As atividades de limpeza foram estudadas por meio de observações e medições de tempo feitas durante visitas *in loco*. Foram efetuadas 270 medições do tempo de *setup* dentre o período de julho a outubro de 2016. Após a coleta e organização de dados, princípios da metodologia SMED foram aplicadas, possibilitando assim a realização de mudanças no processo de limpeza. Tais mudanças foram posteriormente implementadas e o processo de limpeza foi novamente observado. Finalmente, avaliaram-se os ganhos obtidos quanto à redução do tempo de limpeza das linhas estudadas.

4. 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.

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 EPs, 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 (Transportadores) e em paralelo a este procedimento, as calhas do WWB (*Warm Water Bath*) eram vibradas também para a remoção das sementes. Ao finalizar estas atividades o procedimento de *setup* na despalha era iniciado.

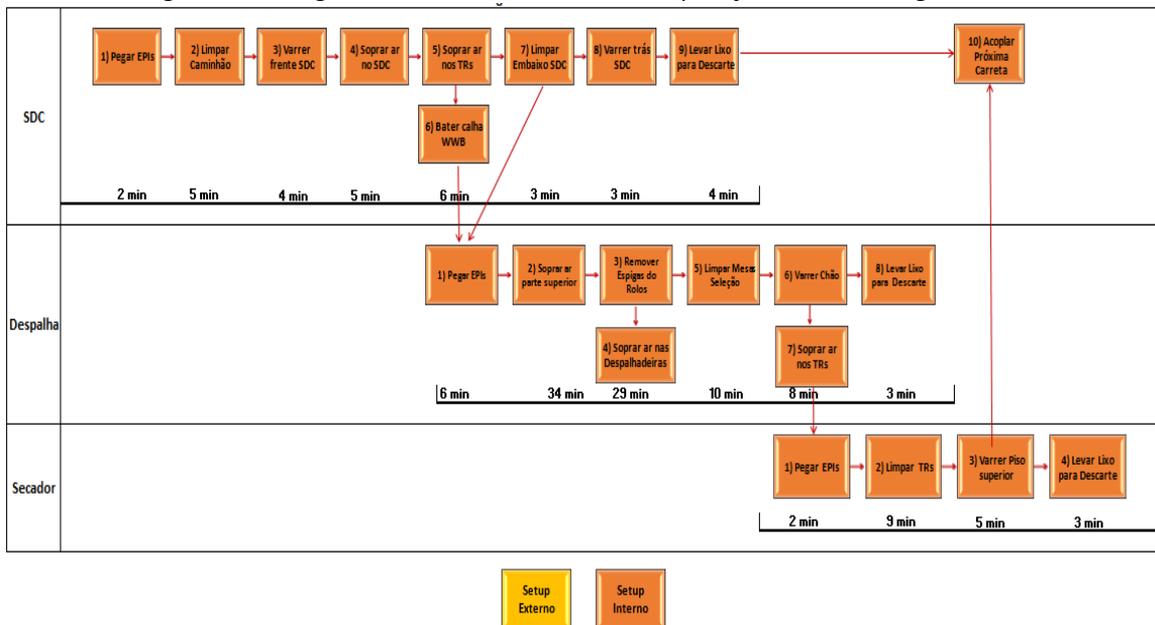
Já na despalha o tempo médio de *setup* interno era de 1,5 horas. A primeira atividade para a realização do *setup* era de apanhar os EPs, em seguida era soprado ar comprimido na parte superior das despalhadeiras. Quando estas atividades eram finalizadas iniciava-se a remoção das espigas presas nos rolos 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 EPs, 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 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

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. Ações de melhoria

Nesta seção serão descritas algumas das ações que foram tomadas durante a aplicação do SMED. Para transformar as atividades internas em externas foram necessárias mudanças nos procedimentos dos três setores. A primeira mudança realizada, e que dá início ao processo de *setup* foi 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. Esta ação ficou sob responsabilidade do líder. Quando os operadores recebem o aviso que a última carreta foi acoplada, um operador deve verificar se todos os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) e ferramentas necessárias para a realização do *setup* estão disponíveis. Nas seções a seguir são descritas as demais mudanças nos três setores estudados.

4.1.1 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, o tempo necessário para descarregar esse volume de espigas de milho é, em média 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.

Em seguida deve-se fechar a guilhotina para não oferecer risco à 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 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 TRs e do WWB, soprando e retirando o excesso do material. O operador deve observar 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 e 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 um *checklist* que indica se todos os itens do SDC estão limpos.

4.1.2. Mudanças na despalha

Após o aviso do operador sobre a última carreta, um operador deve verificar 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 falta 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 remoção das espigas presas nos rolos.

Um terceiro operador deve garantir que nenhuma espiga permaneça nas despalhadeiras após a finalização do procedimento de soprar ar nas mesmas. 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 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 e assim preencher um *checklist* que verifica se todos os itens da despalhadeira estão limpos.

Com o *checklist* aprovado o operador responsável do secador deve ser avisado 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.

4.1.3. 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* desse setor 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 um *checklist* que indica se todos os itens do secador estão limpos. 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.

4.2. Análise dos ganhos obtidos com a aplicação do SMED

Todas as mudanças realizadas nos três setores podem ser identificadas no fluxograma ilustrado na Figura 4.

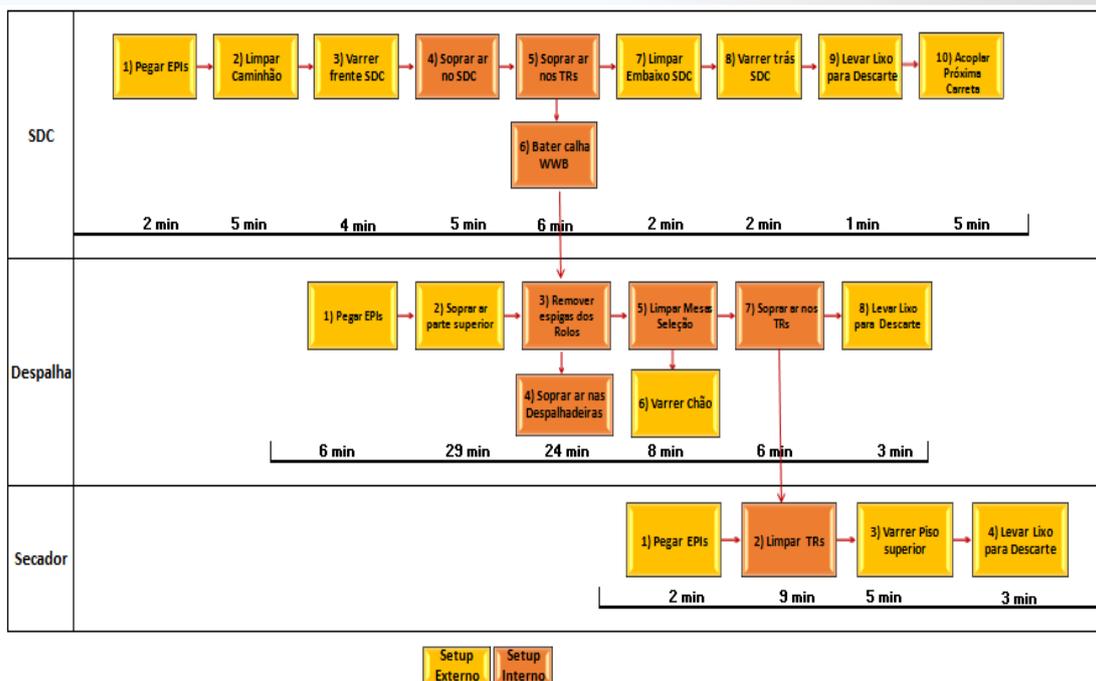


Figura 4 – Fluxograma do recebimento após a aplicação da metodologia SMED
Fonte: Autoria própria

Na Figura 4 é possível notar que as etapas 1, 2, 3, 7, 8, 9 e 10 no SDC foram transformadas em *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. 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 na Figura 5. A partir dessa figura é possível observar que com a aplicação da metodologia SMED houve uma redução significativa no tempo utilizado para a realização do *setup* interno das linhas de recebimento, está redução é de aproximadamente 56% do tempo anterior.

A Figura 6 mostra a comparação entre o tempo total de *setup* antes e depois da aplicação da metodologia, 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.

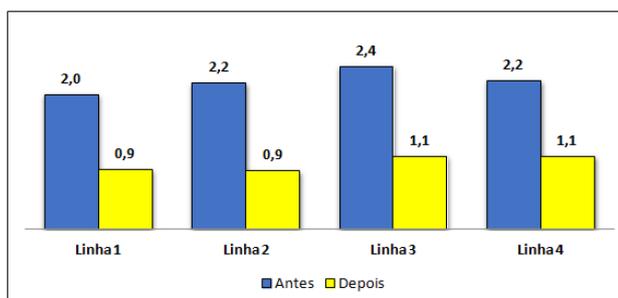


Figura 5 – Comparação entre os tempos de *setup* interno (h)
Fonte: Autoria própria

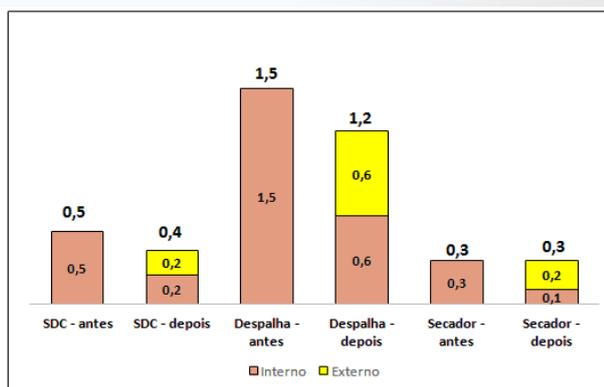


Figura 6 – Tempo médio de *setup* externo x *setup* interno (h)

Fonte: Autoria própria

O tempo total de *setup* externo não sofreu amplas reduções, porém o grande impacto foi no *setup* interno. Na Figura 7 é feita a comparação entre os *setups* interno e externo 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.

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. Estes resultados podem ser vistos na Tabela 2.

A redução de 56% do tempo no *setup* 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 e realizar treinamentos com os colaboradores.

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.

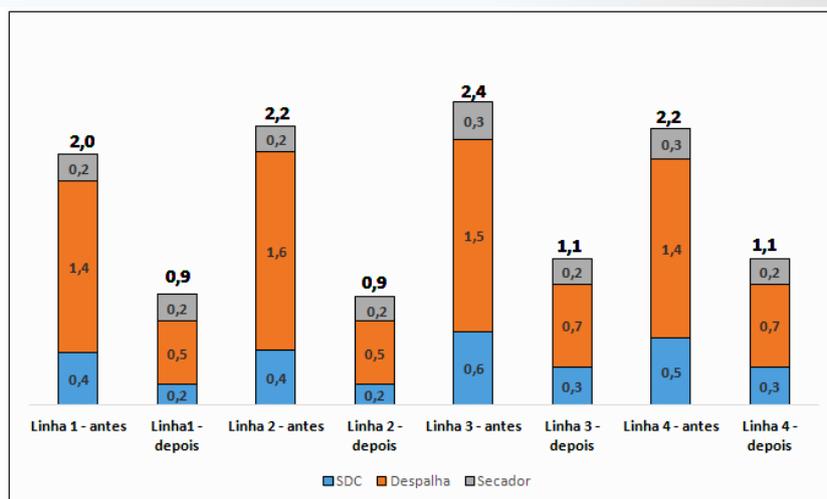


Figura 7 – Tempo de *setup* interno nas linhas de recebimento (h)
Fonte: Autoria própria

| 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 |
| 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

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

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. 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

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. Esse objetivo foi atingido principalmente através da reorganização e padronização dos processos, sem a necessidade da realização de investimentos, trazendo retornos significativos para a empresa.

Após a aplicação do SMED o tempo de *setup* interno sofreu uma redução de aproximadamente 56%, resultando em um tempo médio de *setup* interno de aproximadamente 60 minutos, representando aproximadamente 57 carretas recebidas a mais por mês, ou seja, um aumento de 6,2% na capacidade produtiva da planta. Dessa forma, a implementação da metodologia se mostrou efetiva, pois o trabalho atingiu resultados acima da meta estipulada de 30% de redução do tempo anterior.

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. É 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

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.** New York: Productivity Press, 2007.

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

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

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

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

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

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.