



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NA REDUÇÃO
DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO
DE UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
POR

RUY DE AZEVEDO GUIMARÃES NETO

Orientadora: Prof. Gisele Cristina Sena da Silva

RECIFE, NOVEMBRO/2008.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NA REDUÇÃO
DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO
DE UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE –
como requisito parcial para
obtenção do Grau em Engenharia
de Produção.

RECIFE, NOVEMBRO/2008.

G963a

Guimarães Neto, Ruy de Azevedo.

Aplicação da metodologia *SMED* na redução do tempo de *setup* em uma linha de produção de uma indústria de bebidas / Ruy de Azevedo Guimarães Neto. - Recife: O Autor, 2008.
vi, 47 folhas, II.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Curso de Engenharia da Produção, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia da Produção. 2. Indústria de Bebidas. 3.
Metodologia SMED. I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/ 2008/238

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família que sempre tem me apoiado e porque sem eles nada disso teria sido possível.

Aos professores da Universidade, e em particular a minha orientadora Gisele Sena, que não mediu esforços para me ajudar no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante o curso, que além da amizade que será levada por toda vida, me ajudaram a crescer pessoalmente e profissionalmente durante essa jornada na universidade.

RESUMO

Diante do aumento da competitividade no mercado de bebidas, é de suma importância reduzir as perdas presentes no processo produtivo, no intuito de reduzir custos e conseqüentemente aumentar a lucratividade, tendo em vista que o preço de venda é determinado basicamente pelo mercado. A redução do tempo de *setup* pode proporcionar às empresas um diferencial competitivo, pois além de aumentar a capacidade de produção da linha, ela também é capaz de reduzir outras perdas, como a de superprodução e a de estoques. O estudo de caso apresentado neste trabalho mostra a aplicação detalhada da metodologia SMED como ferramenta para a redução do tempo de *setup* de uma linha de envase de bebidas e seu impacto no aumento da capacidade produtiva da linha de produção. Como conclusão do estudo de caso apresentado, verifica-se que os maiores ganhos na maioria dos *setups* são alcançados com ações simples de organização das atividades, eliminação de esperas e separação das atividades internas e externas.

Palavras chaves: *Setup*, SMED, TRF, Sistema Toyota, Produção Enxuta.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Justificativa.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo Geral.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 Metodologia.....	5
1.4 Estrutura do Trabalho.....	5
2. BASE CONCEITUAL	7
2.1 Sistema Toyota de Produção.....	7
2.1.1 Origem.....	7
2.1.2 Conceitos.....	8
2.1.3 O princípio do não-custo e as Sete Perdas.....	9
2.1.4 Os Dois Pilares do STP.....	11
2.2 SETUP.....	12
2.3 SMED – Single Minute Exchange of Die.....	15
2.3.1 A metodologia SMED.....	16
2.4 Resumo do Capítulo.....	18
3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED EM UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA	20
3.1 Descrição da Empresa.....	20
3.2 Descrição da linha de envase analisada.....	20
3.3 Caracterização do problema.....	23
3.4 Aplicação da metodologia SMED.....	25
3.4.1 Estágio inicial: as condições de <i>setup</i> interno e externo não se distinguem.....	25
3.4.2 Estágio um: Separar <i>setup</i> interno e externo.....	28
3.4.3 Estágio dois: Converter <i>setup</i> interno em externo.....	30
3.4.4 Estágio três: Racionalizar todos os aspectos da operação de <i>setup</i>	31
3.4.5 Padronização.....	36
3.5 Resultados obtidos.....	39

3.6 Resumo do capítulo	42
4. CONCLUSÃO	44
4.1 Dificuldades encontradas	45
4.2 Recomendações para trabalhos futuros	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Pilares de sustentação da Produção Enxuta	11
Figura 2.2 - Impacto de uma redução no tempo de <i>setup</i> na competitividade de uma empresa	13
Figura 2.3 – Distribuição dos tempos entre os passos do <i>setup</i>	14
Figura 2.4 – <i>Setup</i> interno e externo não se distinguem	16
Figura 2.5 – Separação do <i>setup</i> interno e externo	17
Figura 2.6 – Conversão do <i>setup</i> interno em externo	17
Figura 2.7 – Racionalização do <i>setup</i> interno e externo	18
Figura 3.1 – Layout da linha estudada	21
Figura 3.2 – Estratificação da indisponibilidade por tipo de <i>setup</i>	24
Figura 3.3 – Dados históricos do <i>setup</i> lata- <i>long neck</i>	24
Figura 3.4 – Tempos de <i>setup</i> dos equipamentos na troca acompanhada	26
Figura 3.5 – Check list das atividades externas.....	29
Figura 3.6 – Evolução dos tempos de <i>setup</i>	29
Figura 3.7 – Matriz de priorização das melhorias	32
Figura 3.8– Plano de ação	33
Figura 3.9 – Sala de kit antes da melhoria	35
Figura 3.10 – Sala de kit depois da melhoria	35
Figura 3.11 – Demarcação no sensor de altura de camada e no motor do transporte de saída da despaletizadora	36
Figura 3.12 – Gabarito do conjunto extrator de moldura	36
Figura 3.13 – Procedimento de Setup de Lata para <i>Long Neck</i>	37
Figura 3.14 – Tabela de Sincronismo após as melhorias	38
Figura 3.15 – Evolução do tempo de <i>setup</i> da despaletizadora com o projeto	40
Figura 3.16 – Previsão do tempo de <i>setup</i> na despaletizadora com a implantação das melhorias	40
Figura 3.17 – Tempos de <i>setup</i> da linha lata/ <i>long neck</i>	41
Figura 3.18 – Evolução do tempo de <i>setup</i> da Linha	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Tabela de Sincronismo inicial	27
Tabela 3.2 – Separação das atividades internas e externas	28
Tabela 3.3 – Lista de melhorias propostas pela equipe do projeto	32
Tabela 3.4 – Projeção de ganho do projeto	42

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, para se manter competitiva no mercado, as empresas têm buscado incessantemente reduzir custos e satisfazer seus clientes e, para isso, têm utilizado conceitos, técnicas e ferramentas que visam atingir com sucesso esses objetivos. O maior exemplo de sucesso na criação de vantagem competitiva pela adoção de uma abordagem que vise ao mesmo tempo reduzir custos e satisfazer o cliente é o Sistema Toyota de Produção (MARDEGAN *et al.*, 2006).

O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema de gerenciamento da produção que tem como objetivo aumentar o lucro através da redução dos custos. Para alcançar esse objetivo, faz-se necessário identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto, ou seja, que constituem perdas do processo produtivo (GHINATO, 1996).

Para a eliminação dos desperdícios, o STP desenvolveu técnicas como: a produção em pequenos lotes, redução de estoques, alto foco na qualidade, manutenção preventiva, entre outras. A produção em pequenos lotes e a redução de estoques incentiva enormemente ações no sentido da redução do tempo de *setup* (GODINHO FILHO E FERNANDES, 2004). Entre estas técnicas temos a SMED, conjunto de teoria e técnicas para realização de operações de troca de ferramentas em um número de minutos expresso em um único dígito, como a principal técnica do STP para a redução do tempo de *setup* (SHINGO, 2000).

O estudo de caso que será apresentado nesta monografia terá como fundamento a aplicação do SMED como ferramenta para a redução no tempo de *setup* em uma linha de produção de uma indústria de bebidas.

1.1 Justificativa

O STP é o sistema de gerenciamento da produção bastante reconhecido na atualidade. Suas ferramentas proporcionam uma série de benefícios para as empresas que as utilizam. Por mais diferentes que sejam as empresas e seus objetivos, todas buscam aumento de lucro e produtividade, o que pode ser

obtido através da implantação de um sistema que busca eliminação de desperdícios.

Diante da grande concorrência que há no mercado de bebidas, para uma empresa sobreviver e obter lucratividade, é preciso investir na redução de custos, tendo em vista que os preços são determinados pelo mercado. A redução de custos é conseguida através da redução das perdas que há nos processos da empresa.

Segundo SINDICERVE - Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2008), o Brasil só perde em volume de produção de cerveja para a China (35 bilhões de litros/ano), Estados Unidos (23,6 bilhões de litros/ano) e Alemanha (10,7 bilhões de litros/ano)". O consumo da bebida, em 2007, cresceu em relação ao ano anterior, totalizando 10,34 bilhões de litros. O setor gera mais 150 mil empregos diretos e indiretos.

Com um mercado tão concorrido, esse tipo de indústria precisa produzir em lotes menores para reduzir os estoques e para atender mais facilmente às variações do mercado. Porém, a linha de produção, onde o projeto foi desenvolvido, é uma linha mista. Ela produz cervejas em lata, em latão e em garrafas *long neck*. Diante disso, o tempo de preparação (*setup*) é um dos principais problemas para atender às variações do mercado. Além disto, a demanda atual está superando sua capacidade instalada da linha.

Diante deste fato, este trabalho justifica-se por tentar mostrar a aplicação da metodologia SMED na redução do tempo de *setup* de uma linha de envase de cerveja em latas ou garrafas *long neck*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar um projeto de redução do tempo de *setup* desenvolvido em uma empresa nacional do segmento de bebidas baseado na metodologia SMED. Este trabalho mostra todos os passos da implementação e os ganhos obtidos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivo específico, temos:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre o Sistema Toyota de Produção, o conceito de *Setup* e a metodologia SMED.
- Apresentar o processo e os equipamentos de uma linha de envasamento, usando como exemplo a linha estudada.
- Detalhar os passos de aplicação da metodologia SMED.
- Mostrar um exemplo prático da aplicação da metodologia SMED e os resultados obtidos.
- Mostrar as dificuldades encontradas no desenvolvimento de um projeto de melhoria.

1.3 Metodologia

Primeiramente, será realizada uma pesquisa bibliográfica para fornecer um embasamento teórico a respeito do assunto. Este tipo de pesquisa é baseado em materiais já publicados, como livros, publicações em periódicos e artigos científicos (TEIXEIRA, 2005). O embasamento teórico irá proporcionar o conhecimento do surgimento e do Sistema Toyota de Produção propriamente dito, seus principais conceitos e como a redução do tempo de *setup*, baseada na metodologia SMED, pode ser um diferencial competitivo.

Depois, será apresentado um estudo de caso que mostra a aplicação prática e detalhada do SMED em uma linha de produção de uma indústria de bebidas. Esse estudo de caso permitirá o entendimento das etapas da metodologia com exemplos práticos, das dificuldades encontradas e dos ganhos obtidos.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos. No primeiro, há a introdução, a justificativa do trabalho, os objetivos gerais e específicos e por fim a metodologia utilizada.

O capítulo dois é uma fundamentação teórica sobre alguns temas importantes para o entendimento do trabalho. O subitem 2.1 traz a fundamentação sobre o Sistema Toyota de Produção, subdividindo-o em origem, conceitos, princípio do não-custo e sete perdas, e os seus dois pilares. No tópico 2.2 é introduzido o conceito de *setup* e no 2.3, é definida a metodologia SMED, sua origem e seus estágios de implementação.

O capítulo três é apresentado o estudo de caso desenvolvido em uma indústria de bebidas. Os subitens 3.1, 3.2 e 3.3 trazem respectivamente uma descrição da empresa e do funcionamento de toda a linha de envase onde o estudo de caso foi aplicado e a caracterização do problema da linha. O subitem 3.4 detalha os estágios da aplicação da metodologia SMED e o subitem 3.5 mostra os resultados alcançados.

O capítulo quatro possui a conclusão do trabalho, as dificuldades encontradas no estudo de caso e as sugestões para trabalhos futuros.

2. BASE CONCEITUAL

Este capítulo apresenta uma base conceitual sobre os principais conceitos desenvolvidos neste trabalho, mais especificamente sobre Sistema Toyota de Produção, *setup* e a metodologia SMED.

2.1 Sistema Toyota de Produção

2.1.1 Origem

Após a II Guerra mundial, o Japão estava com uma economia devastada, havia uma ameaça de entrada dos grandes fabricantes mundiais no mercado do país (GHINATO, 2000; OHNO, 1997).

A Toyota por sua vez, retomou seus planos de se tornar uma grande montadora de veículos. Porém, naquela época, a produtividade da mão-de-obra das montadoras americanas eram cerca de dez vezes maior que a produtividade da mão de obra japonesa. Essa diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas nos processos japoneses. Por conta disso, iniciou-se uma busca intensa pela eliminação das perdas dos sistemas de produção da Toyota (GHINATO, 2000).

O sucesso do sistema de produção em massa de Henry Ford chamava a atenção no mundo todo. Por vários anos, e sem sucesso, a Toyota tentou reproduzir o modelo de organização e os resultados obtidos com a produção em massa da Ford. Em 1956, Taiichi Ohno, o engenheiro-chefe da Toyota, percebeu em sua primeira visita às fábricas da Ford que o sistema de produção de Ford precisava de umas adaptações para poder ser aplicado no Japão e que ainda podia ser melhorado. Diferentemente do mercado americano, o japonês possuía um mercado discreto e de demanda variada de produtos (GHINATO, 2000; OHNO, 1997).

Essa baixa demanda não compensava a dedicação de uma única linha para produzir cada modelo de automóvel. Diante disso, a Toyota precisou investir na flexibilização das linhas de produção através da redução do seu *lead time*, tempo compreendido entre a entrada de matéria prima e a saída do produto

acabado. A flexibilidade proporcionou melhor qualidade, maior rapidez na resposta às necessidades dos clientes e melhor aproveitamento da capacidade instalada (LIKER, 2005).

Diante das observações dos estudos de Eiji Toyoda e de Taiichi Ohno, a Toyota resolveu desenvolver um novo sistema de produção. A produção em massa não era o sistema mais adequado por conta da necessidade de flexibilidade e por ser um sistema que possuía muitas perdas. Então, a Toyota desenvolveu um sistema que focava na eliminação dos desperdícios. Esse sistema é conhecido como Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, Manufatura Enxuta e *Lean Manufacturing* (CARNEIRO, 2003).

2.1.2 Conceitos

Segundo Ghinato (2000), “o Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de gerenciamento que procura atender os clientes da melhor maneira possível, com produtos de custos mais baixos, com a maior qualidade possível e no menor tempo possível. Tudo isso mantendo um ambiente de trabalho seguro e com o moral alto dos colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização”. Ele pode ser caracterizado como um sistema de produção muito eficiente, com muita flexibilidade e agilidade para atender as constantes mudanças do mercado.

O Sistema Toyota de Produção é caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício, pelo fluxo contínuo com que os processos produtivos ocorrem, pela produção direcionada pela demanda do cliente no tempo e na quantidade por este estabelecido e, por fim, pela relação próxima e de parceria com fornecedores (LIMA & ZAWISLAK, 2003). Os desperdícios são definidos como qualquer atividade humana que utiliza recursos, mas não cria valor sob a ótica do cliente (WOMACK & JONES, 1992).

Segundo Womack e Jones (1996), para se ter uma indústria enxuta, é preciso se concentrar em fazer o produto fluir através de processos de agregação de valor, que parta da demanda do cliente, reabastecendo somente o que a operação seguinte for consumir em curtos intervalos, e uma cultura de melhoria contínua.

Para Ghinato (2000), a produção enxuta é um sistema integrado de ferramentas princípios e práticas operacionais que possibilitam a busca contínua da perfeita geração de valor para o cliente.

Para Gondinho e Fernandes (2004), a Produção Enxuta abrange uma ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *just in time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Para eles, o ponto fundamental é que essas práticas devem trabalhar em sinergia para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios.

Ohno (1997), define o STP como a redução do *lead time* (tempo compreendido entre o pedido do cliente e a entrega do produto final) removendo as perdas que não agregam valor.

2.1.3 O princípio do não-custo e as Sete Perdas

A busca incessante do Sistema Toyota de Produção pela eliminação de toda e qualquer perda é fundamentada no princípio do não-custo. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$ deve ser substituída por $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$. Com o acirramento da concorrência e o surgimento de um consumidor mais exigente, o preço passa a ser uma determinação do mercado. Assim, a única forma de aumentar a lucratividade da empresa é através da redução dos custos (GHINATO, 2000).

Segundo Reis et al. (2005), o princípio do não-custo tem como pressuposto a necessidade da redução sistemática dos custos nos sistemas de produção. As perdas constituem-se em atividades que geram custo e não adicionam valor ao produto. O objetivo do princípio do não-custo do STP pode ser caracterizado como a eliminação total dessas perdas.

Segundo Ohno (1997), o foco da Produção Enxuta é a eliminação total do desperdício. Isso envolve, por sua vez, mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos.

Shingo (1996) classifica os desperdícios em sete categorias:

- 1) Perda por superprodução: Pode-se dividi-la em dois tipos de superprodução: a por produzir demais, fabricando mais produtos que o necessário, e a por produzir antecipadamente, fazendo produtos antes do necessário. É a mais danosa, pois tem o poder de esconder as outras perdas e é a mais difícil de ser eliminada. As principais razões pelas quais essa perda ocorre são os tempos altos de preparação de máquinas, que induzem à produção em lotes maiores, a falta de confiabilidade nos equipamentos e processos, e incertezas sobre o mercado.
- 2) Perda por espera: Segundo Ghinato (2000), esta perda refere-se ao intervalo de tempo onde não ocorre nenhuma transformação no produto e pode ser classificada como perda por espera do operador, no processo ou do lote. A espera do operador acontece quando eles esperam por algo para poder realizar suas atividades. A espera no processo acontece quando o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operador estejam disponíveis para o início da operação. A perda por espera do lote acontece quando cada peça de um lote aguarda até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação.
- 3) Perda por Transporte: trata-se de uma perda que está inerente em todas as atividades de transporte, uma vez que esta atividade não agrega nenhum valor ao produto e ocupa praticamente 45% do tempo total de produção de um item.
- 4) Perda por Processamento: representa situações onde o desempenho do processo encontra-se abaixo do ideal ou quando há parcelas do processo que poderiam ser eliminadas sem afetar as funções ou características básicas do produto.
- 5) Perda por estoques: excesso de matéria-prima, de estoque intermediário ou de produtos acabados, causando *lead times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Além disso, o excesso de estoque oculta problemas como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos e longo tempo de *setup*.

- 6) Perda por movimentação: trata-se dos movimentos desnecessários feitos pelos operadores na execução de uma atividade.
- 7) Perda por produção de produtos defeituosos: A perda por defeitos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido. Além disso, os itens defeituosos precisam ser retrabalhados ou descartados. No primeiro caso, ocorre desperdício de materiais, disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem destes e inspeção. Se forem descartados, aumentam o custo de produção. Na pior hipótese, se o defeito só for notado pelo cliente final, há custos com garantia e troca do produto, além de perda de credibilidade da empresa.

É importante identificar e eliminar todos os tipos de perdas no processo produtivo, pois são atividades que não agregam valor ao produto e que aumentam os custos de produção. A redução das perdas irá reduzir os custos de produção e conseqüentemente aumentar a margem de lucro do produto.

2.1.4 Os Dois Pilares do STP

Segundo Carneiro (2003), o STP está fundamentado em dois pilares que dão sustentação a todo o sistema. A figura 2.1 representa graficamente os dois pilares, a Autonomiação (*Jidoka*) e o *Just in Time* (JIT).

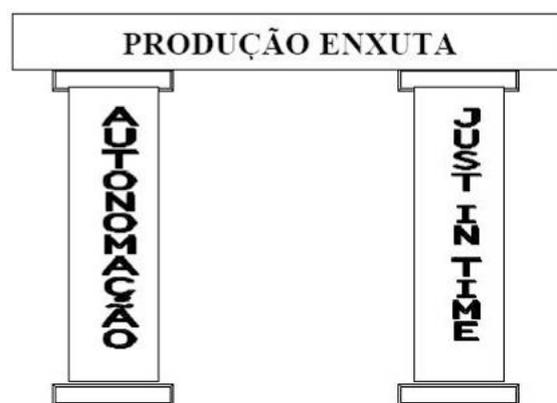


Figura 2.1 – Pilares de sustentação da Produção Enxuta (Carneiro, 2003).

Para Ohno (1997) apud Frej (2008), a Autonomiação (*Jidoka*) é o conjunto de práticas que fornecem aos equipamentos e principalmente aos operadores de produção a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorre e a autonomia de interromper imediatamente a atividade. O conceito de

autonomação está mais ligado com a idéia de autonomia dos operadores em parar a máquina em caso de identificação de alguma anormalidade, do que com a automação.

O objetivo principal da Autonomação é impedir a geração e a propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Após a parada da linha de produção por conta do defeito, o problema torna-se visível para operadores e supervisão, desencadeando assim um esforço conjunto para identificar e eliminar a causa fundamental, evitando reincidência e conseqüentemente reduzindo as futuras paradas da linha (GHINATO, 2000).

O *Just-in-time* (JIT) é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos, para atender às necessidades dos clientes. Ou seja, o JIT entrega os produtos corretos, na hora certa e na quantidade exata. O poder do JIT é permitir que a empresa atenda às constantes variações do mercado (LIKER, 2005).

Para Shingo, (2000), as maiores dificuldades enfrentadas em muitas empresas para a implantação do JIT é a produção diversificada e em baixo volume. Geralmente, isso se torna um problema por conta das operações de tempo de preparação (*setup*) necessárias. Preparações freqüentes são necessárias para produzir uma variedade de produtos em pequenos lotes.

Segundo Shingo (2000, p. 5), “*Just in time* por si só não tem significado. JIT é um fim e não um meio”. “A troca rápida de ferramenta é o método mais efetivo para implantar o *Just in time*”.

Na realidade, o JIT precisa do auxílio de diversas ferramentas de gestão para eliminar as perdas e chegar ao estoque zero. Dentro dessas ferramentas merece um destaque especial o SMED.

No próximo tópico será tratado o conceito de *setup*, que é o ponto fundamental para o entendimento do SMED.

2.2 SETUP

O tempo de *setup* é o tempo compreendido entre a última peça boa de um produto X e a primeira peça boa de um outro produto Y, incluindo o tempo de

desaceleração, troca de ferramenta, ajustes e aceleração. A peça boa descrita acima se caracteriza por um produto sem defeitos e produzido com o equipamento na sua velocidade nominal (LEAN WAY, 2008).

Para Shingo (2000, p. 11), “o *setup* ideal é quando não se precisa dele. Contudo, enquanto os *setups* forem necessários, eles devem ser estruturados para serem realizados em um ‘único toque’”.

A Figura 2.2 representa o impacto de um *setup* rápido na qualidade, na velocidade de entrega e nas margens de lucro de uma empresa.

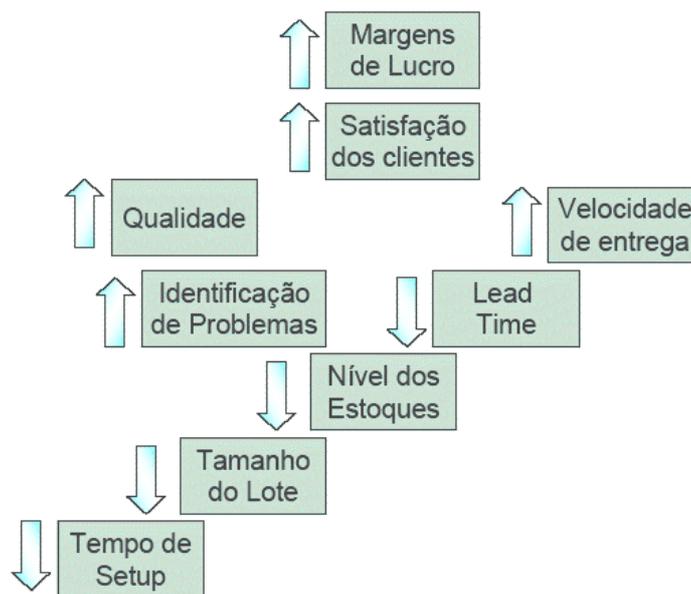


Figura 2.2 - Impacto de uma redução no tempo de setup na competitividade de uma empresa (Mardegan et al., 2006).

Com a redução do tempo de *setup* é possível diminuir o tamanho dos lotes de produção uma vez que os tempos de troca de produtos serão curtos, ou seja, os lotes de produção começam a corresponder à demanda diária dos clientes. Com isto, reduz-se o nível dos estoques e conseqüentemente, reduz o *lead time* e aumenta-se a velocidade de entrega. Outro benefício da redução do nível dos estoques é a facilidade de identificação de alguns problemas no chão de fábrica. Com a identificação e eliminação desses problemas, o nível de qualidade dos produtos também aumenta. Conseqüentemente a um aumento de qualidade e a um aumento da velocidade de entrega, teremos a um aumento da satisfação dos clientes e em seguida, um aumento das margens de lucro da empresa (MARDEGAN et al., 2006).

Segundo Shingo (1996), todas as operações de *setup* compreendem os mesmos passos, que são:

- Preparação, ajustes pós-processamento, verificação de materiais e ferramentas: inclui as atividades seleção e disponibilidade de materiais e ferramentas que serão necessárias para realização do *setup* próximos à máquina, e as atividades de organização de materiais ferramentas e limpeza da área após o *setup*.

- Montagens e remoção de ferramentas e componentes: inclui as atividades de remoção das peças utilizadas na produção anterior e a montagem das peças referentes ao próximo produto a ser produzido.

- Medições, posicionamentos e calibrações: inclui as atividades de centragem, dimensionamento, medição de um parâmetro de controle que irão ajudar que o primeiro produto já saia com as especificações correta.

- Corridas de testes e ajustes: Inclui as atividades que são realizadas entre a saída do primeiro produto e a saída do primeiro produto com as especificações corretas. Quanto maior a precisão das medições e calibrações do passo anterior, mais fáceis serão os ajustes.

A distribuição dos tempos entre os passos do *setup*, segundo Shingo (1996), pode ser identificada na figura abaixo.

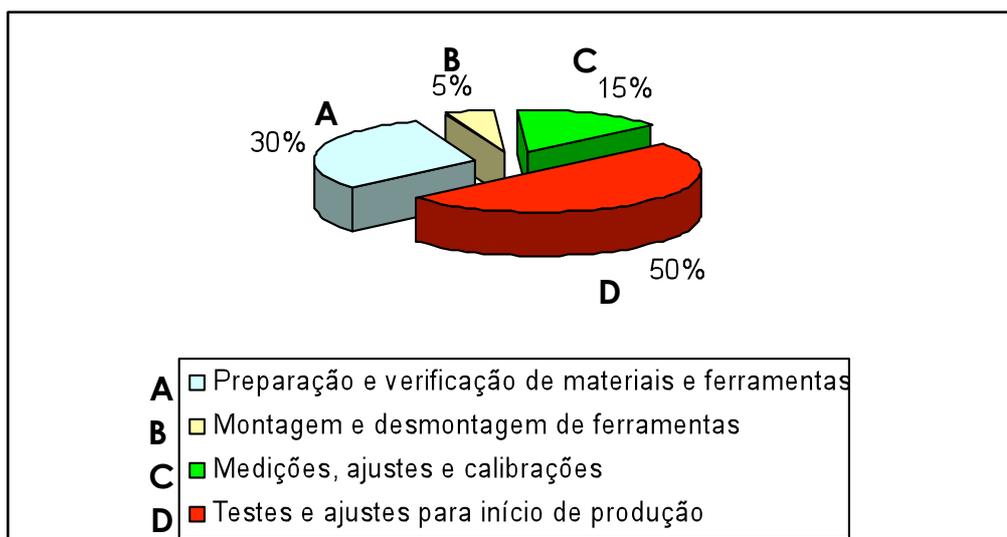


Figura 2.3 – Distribuição dos tempos entre os passos do *setup* (Shingo, 1996).

O tempo de *setup* é o tempo em que a máquina não agrega nenhum valor ao produto, e por isso deve ser minimizado o máximo possível. Com essa

visão, Shigeo Shingo (2000) desenvolveu uma metodologia, chamada de *Single Minute Exchange of Die*, com o intuito de reduzir e simplificar o *setup*, por meio da redução ou eliminação das perdas relacionadas à operação de *setup*.

2.3 SMED – *Single Minute Exchange of Die*

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida pelo engenheiro japonês Shigeo Shingo baseado em três experiências (SHINGO, 2000).

Em 1950, Shigeo Shingo foi convidado para realizar um estudo de melhoria de eficiência na planta da Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima. Ao observar o *setup* em uma determinada prensa, Shingo identificou que a maior parte do tempo de preparação (*setup*) tinha sido gasto com a procura de um parafuso de fixação. Naquele momento, ele percebeu que existem, na verdade, dois tipos de *setup*:

- *Setup* interno: composto por atividades que só podem ser realizadas enquanto a máquina estiver parada. Ex: Montagem e remoção de peças usadas no processamento.

- *Setup* externo: composto por atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação. Ex: Seleção de ferramentas e materiais necessários para a realização do *setup*.

Em 1957, Shingo foi realizar um estudo no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries em Hiroshima e se deparou com um *setup* interno muito longo. Ao pensar como poderia aumentar a produtividade teve a idéia de converter algumas atividades do *setup* interno em externo. Essa idéia resultou em um aumento de 40% na produtividade da planta.

Em 1969, Shingo foi realizar um trabalho na Toyota Motor Company para reduzir o tempo de *setup*, que era de quatro horas, pois a concorrente alemã Volkswagen estava fazendo operações de *setup* similar na metade do tempo. Com a separação dos *setups* internos e externos, houve uma redução para uma hora e trinta minutos. Um mês depois veio a determinação da alta direção da Toyota para a redução do tempo do mesmo *setup* para menos de três minutos. Depois de três meses de muito trabalho focando, principalmente,

conversão de *setup* interno em externo, Shigeo Shingo conseguiu atingir a meta e, paralelamente, desenvolver uma nova metodologia de redução de tempo de *setup*, à qual deu o nome de SMED.

O SMED foi, posteriormente, disseminado por todas as fábricas da Toyota. Hoje, essa metodologia é usada em todo o mundo e é reconhecida como um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção.

O termo SMED, também conhecido como TRF (Troca Rápida de Ferramenta), refere-se a uma teoria e técnicas que tem como objetivo realizar operações de tempo de preparação (*setup*) em um número de minutos expresso em um único dígito. Embora nem todo *setup* seja realizável em menos de dez minutos, ele pode ser atingido em uma grande porcentagem dos casos. Onde isso não é possível, reduções drásticas são normalmente viáveis (SHINGO, 2000).

2.3.1 A metodologia SMED

Segundo Shingo (2000), o autor da metodologia, o SMED possui quatro estágios conceituais:

1) Estágio inicial: as condições de *setup* interno e externo não se distinguem

Nessa etapa, o *setup* interno e o externo são confundidos. Para implantar a TRF deve ser estudado detalhadamente toda a troca. Esse estudo é feito através de um detalhamento das atividades e de uma cronometragem das mesmas. A filmagem também é um método extremamente eficaz, pois esse recurso permite mostrar aos operadores as perdas existentes na operação do *setup*.



Figura 2.4 – Setup interno e externo não se distinguem (o autor, 2008).

2) Estágio um: Separar setup interno e externo

É considerada uma das etapas mais importantes na implementação da metodologia. Nessa etapa, as atividades identificadas no estágio anterior como atividades externas, devem ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento. Segundo Shingo (2000), essa etapa reduz de 30 a 50% o tempo de *setup*. A utilização de *checklist* é uma técnica bastante eficiente que irá garantir que as atividades externas foram realizadas antes da parada do equipamento.



Figura 2.5 – Separação do setup interno e externo (o autor, 2008).

3) Estágio dois: Converter setup interno em externo

Nessa etapa, as atividades classificadas como internas devem ser estudadas para verificar se alguma foi classificada erroneamente e para encontrar meios para converter essas atividades em externas.



Figura 2.6 – Conversão do setup interno em externo (o autor, 2008).

4) Estágio três: Racionalizar todos os aspectos da operação de setup

Nessa etapa, deve ser feita uma racionalização das atividades internas e externas. Com relação à otimização das atividades internas, deve ser feita uma análise detalhada de cada micro atividade, utilizando principalmente técnicas como implantação de atividades em paralelo, melhoria nos elementos de

fixação, eliminação de ajustes e implantação de dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*).

A otimização das atividades externas não irá impactar no tempo de *setup*, uma vez que elas são realizadas com a máquina rodando, mas irá aumentar a disponibilidade da mão-de-obra para realizar outras atividades. O 5S é uma técnica bastante eficiente para a redução do tempo de execução das atividades externas.

Segundo INDG – Instituto de desenvolvimento gerencial (2008), o 5S é um processo estruturado para mobilizar a organização para o uso responsável dos recursos nos aspectos físicos (equipamentos, máquinas e células de trabalho), procedimentos e atitudes. A sigla 5S se refere a cinco sentidos: utilização, ordenação, limpeza, saúde e autodisciplina.



Figura 2.7 – Racionalização do setup interno e externo (o autor, 2008).

Os quatro estágios de implantação da metodologia fornecem uma seqüência do que deve ser feito para eliminar as perdas e otimizar o setup. Os estágios dois e três podem ser realizados paralelamente.

2.4 Resumo do Capítulo

O Sistema Toyota de Produção é um sistema de gerenciamento que procura atender o cliente com a melhor qualidade possível e com os menores custos. Pois de acordo com o princípio do não-custo, para se aumentar a margem de lucro é preciso reduzir as perdas, e conseqüentemente os custos do processo produtivo, uma vez que o preço de venda de um produto é determinado pelo mercado. O STP está fundamentado em dois pilares, a automação e o *Just in Time*. Para se implantar o *Just in Time* e reduzir

alguns tipos de perdas no processo produtivo é preciso reduzir o tamanho dos lotes e fazer mais *setups* em menos tempo.

O tempo de *setup* é o tempo compreendido entre a última peça sem defeito do produto que estava em produção e a primeira peça sem defeito do produto subsequente, incluindo desaceleração, troca de ferramentas, ajustes e aceleração. Os passos do *setup* são: preparação, ajustes pós-processamento, verificação de materiais e ferramentas; montagem e remoção de ferramentas e componentes; medições, posicionamentos e calibrações; e corridas de testes e ajustes. O tempo de *setup* é o tempo em que a máquina não agrega nenhum valor ao produto, e por isso deve ser minimizado o máximo possível.

Com o intuito de reduzir e simplificar o *setup*, Shigeo Shingo desenvolveu a metodologia SMED – *Single Minute Exchange of Die*. Ela possui quatro estágios de implementação: estágio inicial, onde as condições de *setup* interno e externo não se distinguem; estágio um, separação do *setup* interno e externo; estágio dois, conversão de *setup* interno em externo; e estágio três, racionalização de todos os aspectos da operação de *setup*.

No próximo capítulo será apresentado o estudo de caso.

3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED EM UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA

Esse capítulo mostra uma aplicação prática da utilização da metodologia SMED para a redução do tempo de *setup* de uma linha de envasamento de cerveja. Primeiramente será realizada uma descrição geral da empresa estudada e da linha onde a metodologia foi aplicada. No presente trabalho, a empresa estudada será denominada de Empresa X.

3.1 Descrição da Empresa

O estudo de caso aconteceu em uma unidade fabril da Empresa X, localizada na cidade de Recife, Pernambuco. Esta empresa é a maior produtora de cerveja com capital 100% brasileiro e possui uma capacidade de produção de 34 bilhões de litros de cerveja e 13 bilhões de litros de água, refrigerante, repositor energético e néctar através de suas 14 unidades fabris localizadas nas cinco regiões do Brasil. Com 69 anos de existência, a empresa emprega 10.500 funcionários diretos e aproximadamente 65 mil indiretos espalhados por todo o país. Além de atender todo o território brasileiro, a Empresa X exporta seus produtos para os cinco continentes.

A unidade fabril de Recife é responsável pelo abastecimento dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão. Foi a sexta fábrica da empresa a ser inaugurada e hoje ocupa a terceira posição entre as unidades em volume de produção. A unidade possui cinco linhas, das quais duas são de cerveja de 600 ml, uma é de água, uma de refrigerante PET e a outra é uma linha mista que envasa cerveja em lata e em garrafas *long neck*. A capacidade da planta é de 730 milhões de litros de cerveja, 66 milhões de litros de água e 650 milhões de litros de refrigerante por ano.

3.2 Descrição da linha de envase analisada

A linha onde o estudo de caso foi desenvolvido foi a linha mista que envasa lata de 350 ml, lata de 473 ml e garrafas *long neck*. Essa linha é formada por treze máquinas, das quais quatro são exclusivas para rodar latas e quatro são

exclusivas para rodar *long neck*. Ela pode ser representada pelo seguinte layout:

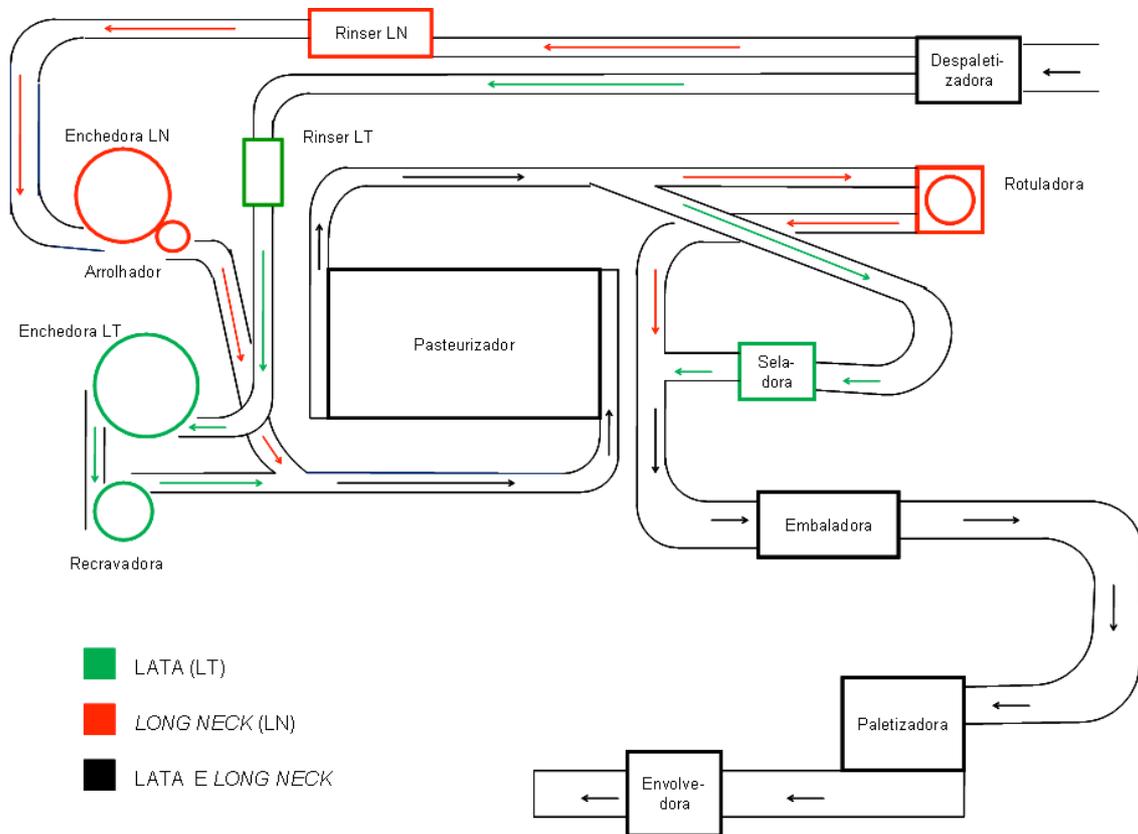


Figura 3.1 – Layout da linha estudada (o autor, 2008).

A primeira máquina da linha é a despaletizadora, que recebe os paletes de latas ou garrafas *long neck* vazias e possui a função de posicionar essas embalagens na linha de envase. Na saída da despaletizadora há um transporte específico para latas e outro para *long neck*. Dependendo do produto que está produzindo, essa saída da despaletizadora direciona para um transporte ou para o outro.

Saindo da despaletizadora, as latas são direcionadas para o rinser, que possui a função de enxaguar a embalagem antes de ela receber o produto. As latas e garrafas passam pelo seu respectivo rinser de cabeça para baixo e nele há jatos de água quente que fazem o enxágüe no interior da embalagem. Depois de passar pelo enxágüe e de escorrer toda a água, as latas e as garrafas são desviradas e direcionadas para a enchedora.

A enchedora é a máquina que põe o produto dentro de sua embalagem. Na linha estudada há duas giratórias, uma de latas e outra de garrafas *long neck*. O produto a ser envasado chega por tubulação até o painel de distribuição da linha. Nesse painel, o operador direciona o chopp para a enchedora que for produzir. Na enchedora, as embalagens chegam enfileiradas pelo transporte, enchem e são direcionadas para o arrolhador, em caso de produção de *long neck*, ou recravadora, em caso de produção de latas, onde ocorre o fechamento das mesmas.

Saindo do arrolhador ou recravadora, o produto segue pelo transporte passando por dentro do pasteurizador, onde ocorre a pasteurização do produto. A pasteurização é usada como método de controle microbiológico da cerveja. O princípio da pasteurização se baseia no aquecimento gradual da cerveja até receber uma carga térmica que elimine ou inative os microorganismos e enzimas que possam estar presentes nas latas ou garrafas, de modo a causar o menor impacto possível no paladar do produto. É na pasteurização que há a diferenciação entre chopp e cerveja, pois o chopp não é pasteurizado. Ao entrar no pasteurizador, o produto é chamado de chopp e depois de pasteurizado, ele é chamado de cerveja. A cerveja apresenta maior estabilidade e durabilidade (até seis meses) do que o chopp (até 10 dias), em função da eliminação de microorganismos.

Após o pasteurizador, as garrafas seguem até a rotuladora, que é a máquina que personaliza o produto colocando os rótulos, a data de validade e o número do lote. No caso da produção de latas, após o pasteurizador, os produtos seguem para a seladora, que aplica selos higiênicos nas latas, evitando, assim, a contaminação por microorganismos. Antes de aplicar o selo, as latas passam por um túnel que emite raios ultravioletas que elimina 99,8% dos fungos, bactérias e outros microorganismos que se instalam nas latas após o envase.

Depois da rotuladora ou seladora, o produto segue para a embaladora, que irá transformar as latas ou garrafas em unidades logísticas, pacotes. Na embaladora, os produtos são envolvidos por um filme plástico e depois passam pelo forno, que através do encolhimento do filme plástico irá formar os pacotes. Essa máquina produz dois pacotes de seis garrafas de *long neck* ou, um pacote de 12 ou 18 latas por vez.

Os pacotes que saem da embaladora são transportados até a paletizadora, que é responsável por organizar os pacotes em camadas e formar os paletes com a quantidade e formação da camada desejada. Após a paletizadora, o palete segue para a envolvedora, onde será envolvido com um filme *stretch* para proporcionar maior sustentação ao palete. Na saída da envolvedora há um transporte onde os paletes cheios ficam a espera do empilhador para retirá-los da linha.

A linha opera com um total de sete operadores. Sendo um na despaletizadora, dois na enchedora, um na seladora ou rotuladora, um na embaladora, um no paletizador e outro na envolvedora.

Nessa linha, não há qualquer contato entre operador e insumo ou produto. Ela possui uma velocidade nominal de 30.000 latas de 350 ml/hora, 22.000 latas de 473 ml/hora ou 20.000 garrafas *long neck*/hora.

3.3 Caracterização do problema

De acordo com a previsão da demanda realizada pela área comercial da Empresa X, a quantidade de garrafas *long neck* e, principalmente, de latas de cervejas necessárias para atender a necessidade dos clientes no verão de 2008/2009, irá superar a capacidade de produção da linha que produz estes produtos na unidade de Recife.

Diante deste fato, surgiu a necessidade de aumentar a disponibilidade de produção da linha. Ao analisar as paradas da linha, verificou-se que 12,7% do tempo disponível para produção era gasto realizando *setups*. Com isso, foi criado um projeto para redução do tempo de *setup* nessa linha, onde o autor do presente trabalho e outro colaborador da empresa foram nomeados como líderes.

Para definir o foco do projeto, foi realizada uma estratificação da influência de cada tipo de troca na perda de disponibilidade de produção da linha. Esta estratificação é apresentada na figura 3.2.

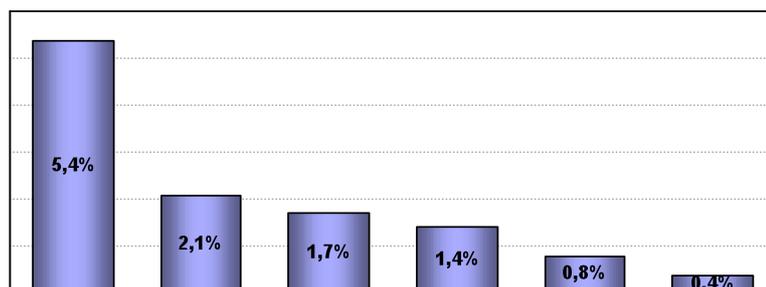


Figura 3.2 – Estratificação da indisponibilidade por tipo de setup (Empresa X, 2008).

Com o gráfico acima, verificou-se que a troca de lata para *long neck* e de *long neck* para lata era a troca que possuía o maior impacto na disponibilidade da linha. Do tempo total disponível para produção, a linha gastava 5,4% realizando *setup* de lata para *long neck* e de *long neck* para lata. Assim, a troca de lata para *long neck* foi a escolhida para ser trabalhada.

Ao analisar o histórico dos meses de maio a julho, verificou-se que há em média três *setups* lata-*long neck* por mês e que o tempo médio de execução desse tipo de *setup* era de 251 minutos.

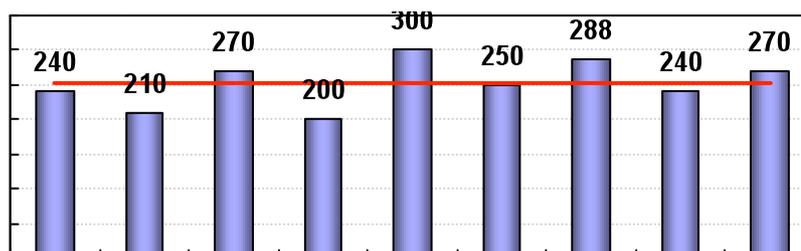


Figura 3.3 – Dados históricos do setup lata-*long neck* (Empresa X, 2008).

Por meio de entrevista com os encarregados e operadores da linha em estudo, levantou-se que das treze máquinas da linha, a que gastava mais tempo realizando o *setup* era a despaletizadora, que gastava em média quatro horas.

A partir daí estava definido o foco do projeto, que era reduzir o tempo de *setup* da troca lata-*long neck* para aumentar a disponibilidade na linha, focando principalmente a despaletizadora. Porém, foram identificadas oportunidades de ganho no *setup* da enchedora, seladora e rotuladora, e implementadas algumas melhorias. Diante disso, os operadores dos três turnos e o mecânico padrinho da máquina foram convidados para participar do projeto.

3.4 Aplicação da metodologia SMED

Para reduzir o tempo de *setup* da despaletizadora, a equipe do projeto, formada por seis pessoas, utilizou a metodologia SMED. Os líderes do projeto receberam treinamento desta metodologia antes de iniciá-lo. O projeto iniciou em agosto de 2008 e teve duração de três meses.

3.4.1 Estágio inicial: as condições de *setup* interno e externo não se distinguem

Definido o foco do projeto, foi realizada uma análise do estado atual que tem por objetivo enxergar as razões pelas quais o tempo de *setup* está muito alto. Para realizar essa análise, a equipe do projeto acompanhou o *setup* de lata para *long neck* na despaletizadora, fazendo o detalhamento das atividades, filmagem e cronometragem dos tempos.

O *setup* acompanhado foi realizado do dia 07 de outubro de 2008 e teve uma duração de 245 minutos. Por ser a máquina que gasta mais tempo para realizar a troca, pode-se dizer que o *setup* da linha inteira também durou 245 minutos, uma vez que todas as outras máquinas já estavam prontas quando começou a chegar garrafas de *long neck*. A duração da troca acompanhada foi apenas seis minutos inferior à média dos dados históricos desse tipo de *setup*. Diante desse fato, podemos assumir que as durações das atividades e os problemas que aconteceram representam a realidade desse tipo de troca na linha em estudo. Os tempos de *setup* das máquinas da linha são representados na figura 3.4.

O principal problema identificado com o acompanhamento foi que não havia um senso de performance por parte de operadores e lideranças. A meta

estabelecida para realização do *setup* era de quatro horas e ele era realizado bem próximo disso. Segundo Barcaui (2004), a Lei de Parkinson diz que "o trabalho se expande para preencher o tempo disponível para ser concluído". Havia muitas perdas por espera de operador e mecânico para realizar a atividade, perda por procura de ferramenta, perda por procura de peça durante esse tempo, etc.

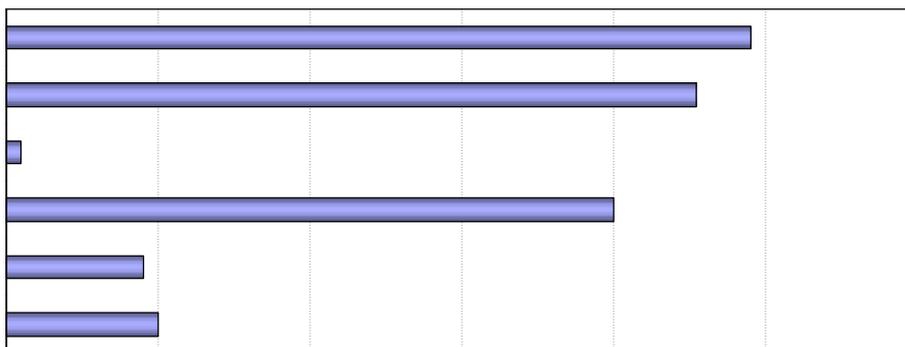


Figura 3.4 – Tempos de setup dos equipamentos na troca acompanhada (Empresa X, 2008).

A partir do detalhamento das atividades da despaletizadora e da cronometragem, a equipe de projeto pôde construir um Gráfico de Gantt, apresentado na tabela 3.1, que representa através de barras a duração das atividades e quem foi o responsável por executá-las, as esperas através de setas vermelhas, e as interferências externas através das setas roxas. Na Empresa X, essa ferramenta é chamada de Tabela de Sincronismo.

A partir da análise do *setup* acompanhado, foi realizada uma apresentação para a liderança, mecânicos e operadores desse equipamento para mostrar as perdas, os problemas que ocorreram durante o *setup* acompanhado e as possibilidades de ganho. Além disso, foi apresentada também a metodologia SMED, que foi usada para desenvolvimento do projeto.

A filmagem realizada pela equipe do projeto permitiu que as pessoas visualizassem as perdas e as possibilidades de ganho. Esse filme mexeu as pessoas responsáveis pelo *setup*, fazendo-as entender e reconhecer as perdas que estavam ocorrendo antes de começar o trabalho. O entendimento com a informação visual foi muito fácil e eficiente.

Tabela 3.1 – Tabela de Sincronismo inicial (Empresa X, 2008).

Máquina: DESPALETIZADORA			Modelo:		LEGENDA DE SIMBOLOGIAS																													
Área: LINHA 02			Tempo Ciclo : 245 min		← Espera		= Operador 1		= Eletricista																									
Troca: Lata 350 ml para Long Neck			Data: 07/08/08		↔ lat. Externa		= Mecânico																											
No.	ATIVIDADES	Duração (min.)	Fim (min.)	TEMPOS																														
				Escala de tempo: 1: 2 minutos																														
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250						
				13:30	13:40	13:50	14:00	14:10	14:20	14:30	14:40	14:50	15:00	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50	16:00	16:10	16:20	16:30	16:40	16:50	17:00	17:10	17:20	17:30						
1	Procura de mecânico	20	20	[Yellow bar from 13:30 to 13:50]																														
2	Pegar kit de long neck na sala de kit's	5	25	[Yellow bar from 13:50 to 14:00]																														
3	Organizar kit para a troca	5	30	[Yellow bar from 14:00 to 14:05]																														
4	Troca das guias do transporte de saída	14	62	[Yellow bar from 14:05 to 14:19] [Blue bar from 14:19 to 14:33]																														
5	Procura de uma porca	18	54	[Yellow bar from 14:19 to 14:37] [Blue bar from 14:37 to 14:55]																														
6	Remover as extensões do estabilizador frontal e do empurrador	21	71	[Yellow bar from 14:37 to 14:58] [Blue bar from 14:58 to 15:19]																														
7	Ajustar os limitadores de deslocamento do estabilizador frontal	2	70	[Yellow bar from 15:19 to 15:21]																														
8	Soltar as extensões das portas laterais e fixá-las na parede da máquina.	11	75	[Yellow bar from 15:21 to 15:32] [Blue bar from 15:32 to 15:43]																														
9	Ajuste no extrator de cartões	16	91	[Yellow bar from 15:43 to 15:59] [Blue bar from 15:59 to 16:15]																														
10	Ajuste na parede frontal do elevador	17	132	[Yellow bar from 16:15 to 16:32] [Blue bar from 16:32 to 16:49] [Pink arrow from 15:00 to 16:32]																														
11	Troca de programa para long neck	4	141	[Yellow bar from 16:49 to 16:53]																														
12	Ajuste mecânico das porta lateral esquerda	16	148	[Yellow bar from 16:53 to 17:09] [Blue bar from 17:09 to 17:19]																														
13	Ajuste mecânico das porta lateral direita	22	170	[Yellow bar from 17:19 to 17:41] [Blue bar from 17:41 to 17:53]																														
14	Retirada do palete do interior da máquina	6	176	[Yellow bar from 17:53 to 17:59]																														
15	Procura de mecânico	9	185	[Yellow bar from 17:59 to 18:08]																														
16	Retirada do plástico do palete	3	188	[Yellow bar from 18:08 to 18:11]																														
17	Reposicionar o palete no interior da máquina	2	190	[Yellow bar from 18:11 to 18:13]																														
18	Ajuste da parede frontal do elevador (sem ser pela alavanca)	23	217	[Yellow bar from 18:13 to 18:36] [Blue bar from 18:36 to 18:59] [Pink arrow from 18:40 to 18:59]																														
19	Ajuste das guias laterais da mesa de descarga	40	230	[Yellow bar from 18:59 to 19:39] [Blue bar from 19:39 to 19:53] [Pink arrow from 19:40 to 19:53]																														
20	Procura de electricista	6	236	[Yellow bar from 19:53 to 19:59]																														
21	Ajuste do inversor - TRP M22	9	245	[Green bar from 19:59 to 20:08]																														

3.4.2 Estágio um: Separar setup interno e externo

Depois de feitas as análises, foram identificadas as atividades que só poderiam ser realizadas com a máquina parada, denominadas atividades internas, e as que podiam ser com a máquina rodando, denominadas atividades externas. A tabela abaixo mostra a separação das atividades internas e externas.

Tabela 3.2 – Separação das atividades internas e externas (Empresa X, 2008).

No.	ATIVIDADES	TEMPOS		Atividades	
		Duração (min.)	Fim (min.)	Interna	Externa
1	Procura de mecânico	20	20		X
2	Pegar kit de long neck na sala de kit's	5	25		X
3	Organizar kit para a troca	5	30		X
4	Troca das guias do transporte de saída	14	62	X	
5	Procura de uma porca	18	54		X
6	Remover as extensões do estabilizador frontal e do empurrador	21	71	X	
7	Ajustar os limitadores de deslocamento do estabilizador frontal	2	70	X	
8	Soltar as extensões das portas laterais e fixá-las na parede da máquina.	11	75	X	
9	Ajuste no extrator de cartões	16	91	X	
10	Ajuste na parede frontal do elevador	17	132	X	
11	Troca de programa para long neck	4	141	X	
12	Ajuste mecânico da porta lateral esquerda	16	148	X	
13	Ajuste mecânico da porta lateral direita	22	170	X	
14	Retirada do palete do interior da máquina	6	176	X	
15	Procura de mecânico	9	185		X
16	Retirada do plástico do palete	3	188	X	
17	Reposicionar o palete no interior da máquina	2	190	X	
18	Ajuste da parede frontal do elevador (sem ser pela alavanca)	23	217	X	
19	Ajuste das guias laterais da mesa de descarga	40	230	X	
20	Procura de eletrícista	6	236		X
21	Ajuste do inversor - TRP M22	9	245	X	

Após a separação, identificou-se que 63 minutos poderiam ter sido economizados se algumas atividades fossem realizadas enquanto a máquina ainda estivesse em funcionamento.

Para garantir que todos os recursos estejam disponíveis na hora da parada da máquina, foi desenvolvido um *check list*, apresentado na figura 3.5 na página seguinte, com todas as atividades necessárias para a realização do *setup* e que podem ser desenvolvidas enquanto o equipamento estiver rodando.

Este *check list* foi dividido em pré e pós-*setup*. O *check list* de pré-*setup* irá garantir que todos os recursos estejam prontos e junto ao equipamento no momento em que sair o último produto, e que o transporte do produto

subseqüente já esteja ajustado. O *check list* de pós-*setup* irá garantir que as peças foram montadas de forma correta, que o kit de peças e todo o material utilizado para realizar o *setup* foram limpos e guardados em local adequado.

CHECK LIST DE SETUP - DESPALETIZADORA				
Tipo de Troca:				
Check List Pré-Setup			Data:	Operador responsável:
	Atividades	OK	NA	Observação
1	Avisar o mecânico sobre o Setup.			
2	Providenciar as ferramentas necessárias.			
3	Trazer o kit de troca para próximo ao equipamento.			
4	Verificar se as pessoas envolvidas estão na despaletizadora.			
5	Deixar a escada próxima à DPL.			
6	Verificar se o transporte vertical está com a largura correta.			
Check List Pós-Setup			Operador responsável:	
	Atividades	OK	NA	Observação
1	Verificar se as peças montadas estão fixadas corretamente.			
2	Realizar a limpeza dos kits trocados.			
3	Guardar o kit na sala de kits da linha 2.			
4	Devolver as ferramentas ao local adequado.			
5	Realizar limpeza da área.			

* NA = Não se Aplica

Figura 3.5 – Check list das atividades externas (Empresa X, 2008).

Com a realização das atividades, classificadas como externas, antes ou depois do *setup*, o desenvolvimento de um senso de performance com a equipe e a eliminação perdas identificadas, o projeto reduziu 40,8% nos dois *setups* seguintes ao estágio inicial. A figura 3.6 mostra a evolução dos tempos de *setup* na despaletizadora durando o estágio um.

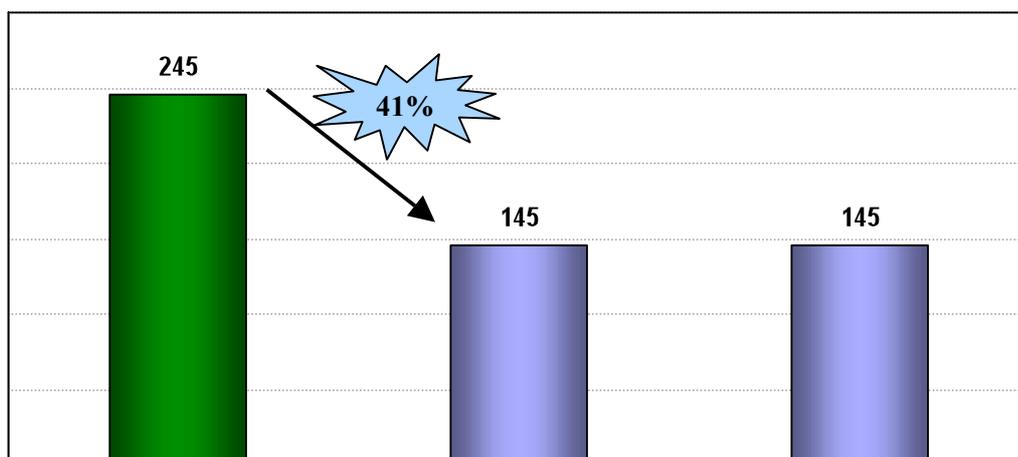


Figura 3.6 – Evolução dos tempos de *setup* (Empresa X, 2008).

Apesar de não ser o foco principal do projeto no momento, a equipe conseguiu identificar que todo o *setup* da rotuladora poderia ter sido feito externamente, tendo em vista que a máquina estava parada enquanto a linha produzia cerveja em lata. Identificou-se também que parte das atividades do *setup* da enchedora poderiam ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento, tendo em vista que há uma enchedora específica para lata e outra para garrafas *long neck*. Apenas as atividades relacionadas ao recebimento de cerveja deveriam ser realizadas internamente, pois a tubulação de chegada de produto é única para as duas enchedoras.

Diante disso, foi determinado junto à liderança da linha que o *setup* da rotuladora, no caso de entrada de *long neck*, ou o da seladora, no caso de entrada de lata, deveria ser realizado antes do início do *setup* da linha. Foi determinado também que as atividades do *setup* da enchedora que podem ser realizadas com a linha em funcionamento, devem estar prontas no momento em que iniciar o *setup* da linha.

3.4.3 Estágio dois: Converter *setup* interno em externo

Nesse estágio, as atividades internas foram reexaminadas para verificar se alguma foi classificada erroneamente como interna e para encontrar meios para converter essas atividades, ou parte delas, em atividades externas.

Verificou-se que na atividade de retirar a chapa do estabilizador frontal para colocar os extensores era preciso utilizar duas ferramentas diferentes, pois um parafuso era diferente dos outros dois. Para melhorar isso, foi realizada uma padronização parafusos, de forma a ser necessária apenas uma chave para retirar a chapa do estabilizador frontal.

Como os três turnos faziam o *setup* de uma forma diferente, foi definida junto aos operadores uma seqüência padrão para as atividades internas do *setup*. Essa seqüência foi definida com a construção de outra tabela de sincronismo e sua disponibilização junto à máquina.

3.4.4 Estágio três: Racionalizar todos os aspectos da operação de *setup*

Ao analisar a distribuição da mão-de-obra na linha durante o *setup*, identificou-se que havia a possibilidade de deslocar mais um operador para ajudar na troca da despaletizadora. A enchedora possui dois operadores, porém apenas um é suficiente para realizar o *setup*. O tempo de *setup* da enchedora independe do número de operadores, pois o que determina é o tempo de atuação das soluções responsáveis pela assepsia da enchedora que irá entrar em produção. O deslocamento de mais um operador para realizar o *setup* na despaletizadora permitiu que atividades fossem feitas em paralelo e conseqüentemente reduziu significativamente o tempo total da troca.

Com o intuito de reduzir o tempo de execução das atividades, foi feita uma reunião de *brainstorming* com os membros da equipe do projeto. Essa reunião teve por objetivo propor melhorias para as atividades internas e externas.

Segundo Carvalho (1999), o *brainstorming* é uma reunião de grupo, onde o principal objetivo é a geração de novas idéias e, portanto, a livre expressão dos participantes deve ser assegurada. O objetivo é o de maximizar o fluxo de idéias, a criatividade e a capacidade analítica do grupo.

A filmagem feita no estágio inicial foi editada e utilizada para ajudar na análise das atividades internas. Enquanto via a filmagem da atividade, a equipe sugeria melhorias de forma a facilitar e reduzir o tempo de execução da atividade em questão. Ao final, a equipe propôs vinte e oito melhorias, das quais 10 foram consideradas viáveis pelo próprio grupo.

A partir da análise das atividades externas e das dificuldades levantadas pelos operadores para executá-las com a máquina rodando, a equipe propôs mais dezesseis melhorias, das quais sete foram consideradas viáveis. A tabela 3.3, lista as melhorias nas atividades internas e externas propostas pela equipe do projeto.

Com o intuito de ordenar a implantação das melhorias, foi analisado qualitativamente pela equipe do projeto, o impacto de cada uma no tempo de *setup* da despaletizadora. Depois, foi verificado junto à manutenção a facilidade de implementação das mesmas. Com base nessas análises, foi elaborada uma matriz de priorização de implementação das melhorias, apresentada na figura 3.7.

Tabela 3.3 – Lista de melhorias propostas pela equipe do projeto (Empresa X, 2008).

LISTA DE MELHORIAS	
ATIVIDADES INTERNAS	
1	AUTOMAÇÃO DAS PAREDES LATERAIS
2	AUTOMAÇÃO DA PAREDE FRONTAL
3	CONFEÇÃO DE UMA CHAPA DO ESTABILIZADOR FRONTAL EXCLUSIVA PARA LONG NECK (ENCAIXE)
4	REDUZIR PARA 1 ÚNICO PARAFUSO COMO FIXAÇÃO DE CADA COMPLEMENTO À CHAPA DO ESTABILIZADOR FRONTAL
5	AUTOMATIZAR EXTRATOR DE MOLDURAS
6	REDUZIR PARA 1 ÚNICO PARAFUSO COMO FIXAÇÃO DE CADA COMPLEMENTO DAS PAREDES LATERAIS
7	AUTOMATIZAR GUIAS DO TRANSPORTE DA MESA DE DESCARGA
8	IMPLANTAÇÃO DE MARCAÇÕES FIXAS NAS GUIAS DO TRANSPORTE DE DESCARGA
9	REALIZAR MARCAÇÃO DOS FUROS DA ALAVANCA DA PAREDE FRONTAL
10	IMPLEMENTAR UMA GRADUAÇÃO NA HASTE QUE SUPORTA O SENSOR DE ALTURA DE CAMADA.
ATIVIDADES EXTERNAS	
11	CONFECCIONAR CHECK LIST DAS PEÇAS QUE ESTÃO NA SALA DE KIT
12	IMPLEMENTAR GESTÃO VISUAL NOS KITS
13	CONFEÇÃO DE BANDEJAS FURADAS PARA ENCAIXE DAS TULIPAS
14	CONFECCIONAR CAIXA PARA PEÇAS DA DESPALETIZADORA
15	CONFECCIONAR CARRINHOS DE KIT
16	COMPRA DE FERRAMENTAS NECESSÁRIAS À REALIZAÇÃO DO SETUP DA DESPALETIZADORA E INSTALAÇÃO DE UM ARMÁRIO DE FERRAMENTAS
17	5S NA SALA DE KIT

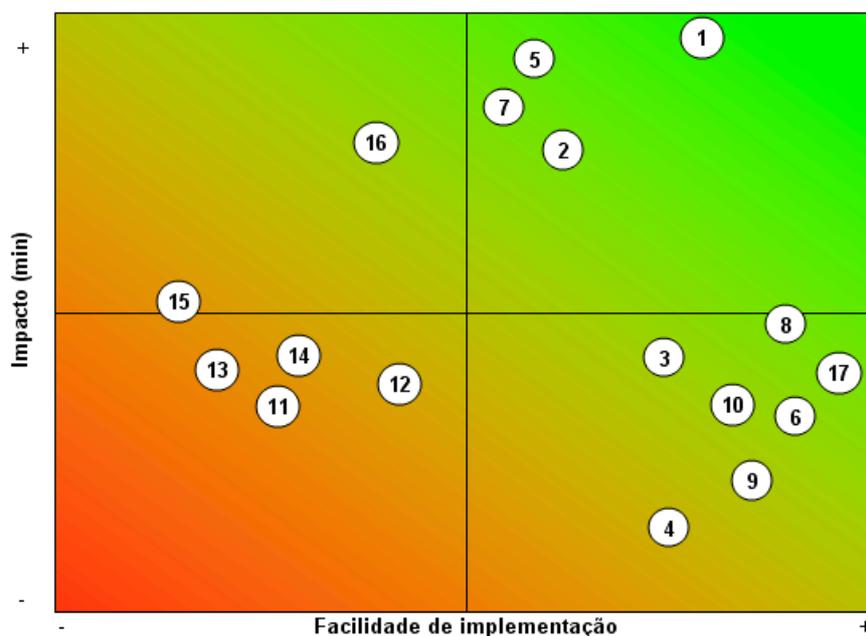


Figura 3.7 – Matriz de priorização das melhorias (McKinsey & Company, 2006).

Na matriz de priorização, as melhorias listadas na tabela 3.3 foram representadas por círculos brancos com a respectiva numeração. As melhorias que estão representadas na área verde devem ser implementadas o quanto

antes. As melhorias que estão na área vermelha não são prioridades, tendo em vista que a implementação não é fácil e que o retorno esperado não é grande.

Utilizando a matriz de priorização, as melhorias foram ordenadas em um plano de ação para implantação das mesmas. Este plano de ação serve como uma ferramenta para o acompanhamento do processo de implantação das melhorias. Nele, é definido o que será feito, quem é o responsável por fazer, como deve ser realizado, porque e quando deve ser feito. Há também o status de cada melhoria.

PROJETO - OTIMIZAÇÃO SETUP LATA/LONG NECK - LINHA 02

PROBLEMA : REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP LATA/LONG NECK								
PRIORIDADE	O QUE	RESPONSÁVEL	COMO	POR QUE	PRAZO	CONCLUSÃO	STATUS	Observação/ Adiantamento
SETUP DESPALETIZADORA								
1*	AUTOMATIZAR PAREDES LATERAIS	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2.VERIFICAR DISPONIBILIDADE DE MATERIAL NECESSÁRIO 3.SE NECESSÁRIO, FAZER AS REQUISIÇÕES DE COMPRA 4.INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO DOS AJUSTES E DO TEMPO DE SETUP	15/09/08	02/09/08	OK	
2*	AUTOMATIZAR EXTRATOR DE MOLDURAS	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2.VERIFICAR DISPONIBILIDADE DE MATERIAL NECESSÁRIO 3.SE NECESSÁRIO, FAZER AS REQUISIÇÕES DE COMPRA 4.INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO DOS AJUSTES E DO TEMPO DE SETUP	21/09/08			Aguardando liberação de verba
3*	AUTOMATIZAR GUIAS DO TRANSPORTE DA MESA DE DESCARGA	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2.VERIFICAR DISPONIBILIDADE DE MATERIAL NECESSÁRIO 3.SE NECESSÁRIO, FAZER AS REQUISIÇÕES DE COMPRA 4.INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO DOS AJUSTES, DO TEMPO DE SETUP E ELIMINAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS	20/09/08			Aguardando liberação de verba
4*	AUTOMAÇÃO DA PAREDE FRONTAL	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2.ACOMPANHAR A REQUISIÇÃO DE COMPRA DOS MATERIAIS NECESSÁRIOS 3.INPLANTAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO NO TEMPO DO SETUP, E A ELIMINAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS.	05/10/08			Aguardando liberação de verba
5*	SS NA SALA DE KIT	RUY	1.APLICAÇÃO DOS 5 SENSOS NA SALA DE KIT	1.REDUÇÃO DO TEMPO POR PROCURA DE PEÇAS	15/09/08	01/09/08	OK	
6*	IMPLANTAÇÃO DE MARCAÇÕES FIBRAS NAS GUIAS DO TRANSPORTE DE DESCARGA	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2. COMPRA DE MATERIAL 3. INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO DOS AJUSTES E DO TEMPO DE SETUP	15/10/08			Aguardando compra do material
7*	REDUZIR PARA 1 ÚNICO PARAFUSO COMO FIXAÇÃO DE CADA COMPLEMENTO DAS PAREDES LATERAIS	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2. CONFEÇÃO DE CHAPA 3. INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1. REDUÇÃO NO TEMPO DO SETUP, E A ELIMINAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS.	21/10/08			Aguardando confecção da chapa
8*	IMPLEMENTAR UMA GRADUAÇÃO FIXA NA HASTE QUE SUPORTA O SENSOR DE ALTURA DE CAMADA.	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2.INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1.REDUÇÃO DOS AJUSTES	25/10/08			Aguardando reunião de planejamento de manutenção.
9*	CONFEÇÃO DE UMA CHAPA DO ESTABILIZADOR FRONTAL EXCLUSIVA PARA LONG NECK (ENCAIME)	ANDRÉ	1.DESENVOLVER FORMA D ENCAIME 2.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 3.VERIFICAR DISPONIBILIDADE DE MATERIAL NECESSÁRIO 4.SE NECESSÁRIO, FAZER AS REQUISIÇÕES DE COMPRA 5.FIXAR AS EXTENSÕES DE LONG NECK NA CHAPA 6.INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1. REDUÇÃO NO TEMPO DO SETUP, E A ELIMINAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS, UMA VEZ QUE NÃO SERÁ NECESSÁRIO RETIRAR A CHAPA PARA ACRESCENTAR AS EXTENSÕES.	10/11/08			Formulário de melhoria elaborado.
10*	COMPRA DE FERRAMENTAS NECESSÁRIAS À REALIZAÇÃO DO SETUP DA DESPALETIZADORA E INSTALAÇÃO DE UM ARMÁRIO DE FERRAMENTAS	ANDERSON PCM	1. CRIAR REQUISIÇÃO DE COMPRA DE FERRAMENTAS NECESSÁRIAS AO SETUP DA DESPALETIZADORA (AVALIAR A NECESSIDADE DE CADA TIPO DE FERRAMENTA); 2. CRIAR REQUISIÇÃO DE COMPRA DE ARMÁRIOS PORTA-FERRAMENTAS; 3. INSTALAÇÃO DOS ARMÁRIOS DE FERRAMENTAS NA ÁREA.	1. REDUÇÃO NO TEMPO TOTAL DE SETUP, UMA VEZ QUE AS FERRAMENTAS NECESSÁRIAS ESTARÃO PRONTAMENTE À DISPOSIÇÃO DOS OPERADORES.	20/11/08			O PCM ficou de comprar um conjunto de ferramentas para toda linha.
11*	REALIZAR MARCAÇÃO DOS FUROS DA ALAVANCA DA PAREDE FRONTAL	ANDRÉ	1. TAMPAR OS FUROS DESNECESSÁRIOS. 2. INDICAR OS FUROS DE LATA E LONG NECK.	1. GESTÃO VISUAL	17/09/08			Já foi feita uma marcação provisória. É necessário fechar os furos que não serão usados e fazer a marcação definitiva.
12*	REDUZIR PARA 1 ÚNICO PARAFUSO COMO FIXAÇÃO DE CADA COMPLEMENTO À CHAPA DO ESTABILIZADOR FRONTAL	ANDRÉ	1.ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE MELHORIA 2. DESENVOLVER GUIAS NA PARTE DE TRÁS DA CHAPA PARA EVITAR A ROTAÇÃO DO COMPLEMENTO 3. INSTALAÇÃO DA MELHORIA	1. REDUÇÃO NO TEMPO DO SETUP, E A ELIMINAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS.	25/11/08			Formulário de melhoria elaborado.
13*	IMPLEMENTAR GESTÃO VISUAL NOS KITS	CASSIANO	1. DEFINIR DE UMA COR PARA CADA KIT. 2. MARCAÇÃO DE TODAS AS PEÇAS COM AS CORES ESPECIFICADAS. 3. CRIAR REQUISIÇÃO DE COMPRA PARA MARCADORES INDUSTRIAIS	FACILITAR A ORGANIZAÇÃO DAS PEÇAS E IMPOSSIBILITAR A MISTURA DE KITS	25/11/08			Em escolha de material para marcação dos kits
14*	CONFECCIONAR GUIA PARA PEÇAS DA DESPALETIZADORA	CASSIANO	1. CONFEÇÃO DE LAYOUT 2. LEVANTAMENTO DE ORÇAMENTO 3. CRIAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE COMPRA 4. INSTALAÇÃO	FACILITAR ORGANIZAÇÃO E TRANSPORTE DAS PEÇAS	30/11/08			Aguardando requisição de compra
15*	CONFECCIONAR CARRINHOS DE KIT	CASSIANO	1. CRIAR REQUISIÇÃO. 2. INSTALAR EM LOCAL.	FACILIDADE DO OPERADOR NO MANUSEIO DO MATERIAL, GARANTIR A HIGIENIZAÇÃO DO MATERIAL	30/11/08			Aguardando requisição de compra
16*	CONFECCIONAR CHECK LIST DAS PEÇAS QUE ESTÃO NA SALA	CASSIANO	1. LISTAR TODAS AS PEÇAS. 2. CRIAR CHECK LIST.	ORGANIZAÇÃO, DISPONIBILIDADE DE FERRAMENTAS DURANTE O PROCESSO DE OIP / SETUP E EVENTUAIS INTERVENÇÕES DURANTE A PRODUÇÃO	05/12/08			
17*	CONFEÇÃO DE BANDEJAS E URDADAS PARA ENCAIME DAS TULIPAS	CASSIANO	1. CONFEÇÃO DE LAYOUT 2. LEVANTAMENTO DE ORÇAMENTO 3. CRIAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE COMPRA 4. INSTALAÇÃO	FACILITAR ORGANIZAÇÃO DAS PEÇAS	30/11/08			Aguardando requisição de compra

Figura 3.8– Plano de ação (Empresa X, 2008).

Todas as melhorias foram aprovadas pela gerência da área, porém, devido a restrições de orçamento, foram realizadas apenas duas melhorias, sendo uma a automação das paredes laterais do elevador de palete, e a outra a aplicação do 5S na sala onde ficam os kits das máquinas referentes aos diferentes produtos.

Como o palete de garrafas *long neck* é mais estreito que o palete de lata, é necessário fechar as paredes laterais do elevador de palete quando a linha vai produzir *long neck* e abri-las quando vai rodar latas. Essa movimentação das paredes laterais do elevador de palete era feita manualmente pelo mecânico. Como pode-se verificar anteriormente na tabela 3.1 na página 27, se gastava aproximadamente vinte minutos para mudar cada parede de posição. Com a automação, quando o operador troca o produto que irá rodar no programa do equipamento, a máquina automaticamente já posiciona as paredes no local adequado para o novo produto.

Com a exclusão da atividade de regular as portas laterais e com a disponibilização de um operador da enchedora para ajudar no *setup*, não era mais necessária a presença do mecânico para a realização da troca na despaletizadora. A troca passou a ser feita apenas pela operação.

Foi identificado durante o trabalho que por diversas vezes os operadores não encontravam ou perdiam muito tempo procurando os kits de suas máquinas na sala de kit. Nessa sala havia muito material que não era utilizado, muito material de reposição, que deveria estar com a manutenção, enfim, muito mais coisa do que deveria. Além disso, não havia definição de onde deveria ficar cada peça. A figura 3.9 mostra algumas fotos de como era a sala antes da melhoria.

Aproveitando um momento em que a linha estava parada, parte da equipe do projeto e alguns operadores de outras máquinas da linha aplicaram 5S na sala de kit. Só permaneceram na sala os kits das máquinas da linha de lata e *long neck*, e cada kit no seu devido lugar. Toda a sala foi limpa e demarcada. A figura 3.10 mostra como ficou o ambiente após a organização geral.

Antes



Figura 3.9 – Sala de kit antes da melhoria (Empresa X, 2008).

Depois

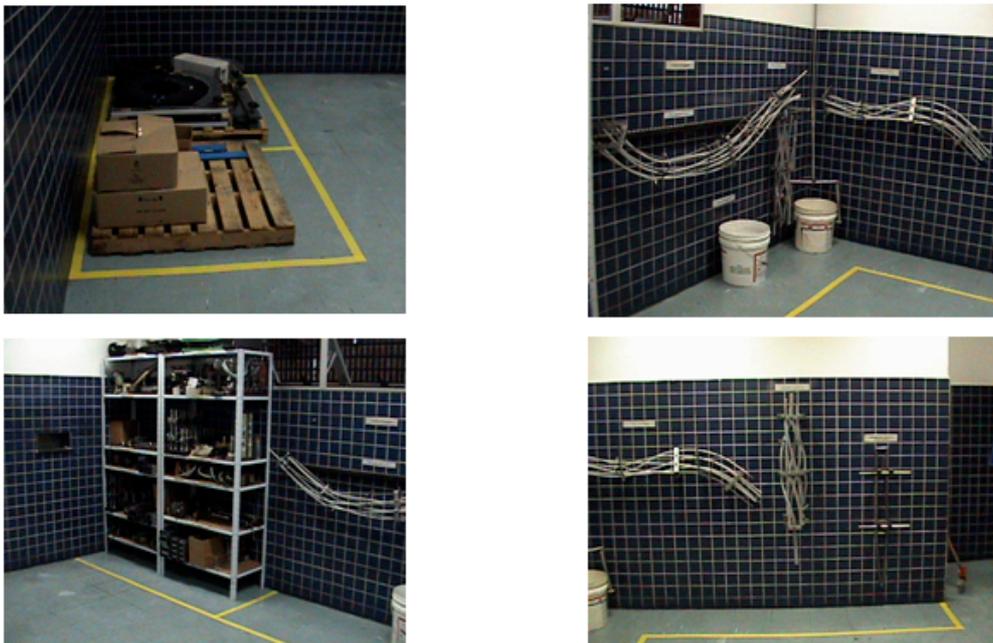


Figura 3.10 – Sala de kit depois da melhoria (Empresa X, 2008).

Além das melhorias citadas acima foram feitas também algumas demarcações, apresentadas na figura 3.11, com o intuito de reduzir ou eliminar o processo de ajuste.

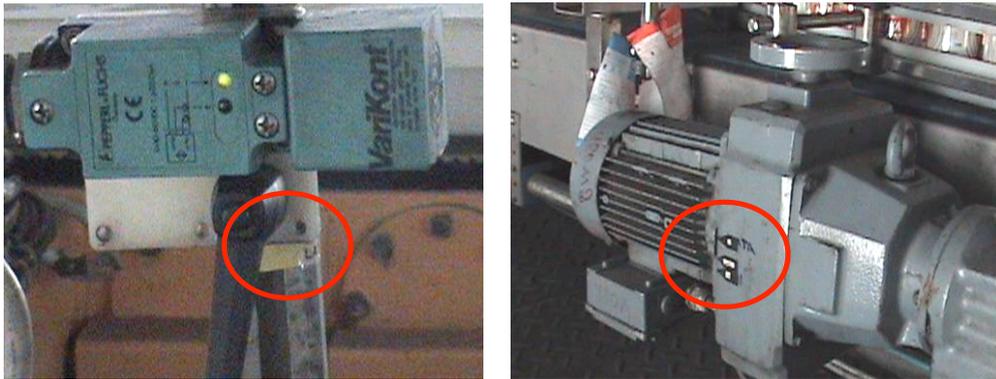


Figura 3.11 – Demarcação no sensor de altura de camada e no motor do transporte de saída da despaletizadora (Empresa X, 2008).

Enquanto não foi implementada a melhoria de automatizar o extrator de molduras, foram confeccionados dois gabaritos para eliminar o processo de ajuste durante a atividade de regulagem do conjunto extrator de molduras.



Figura 3.12 – Gabarito do conjunto extrator de moldura (Empresa X, 2008).

3.4.5 Padronização

Apesar de ser a parte mais rápida do projeto, a padronização é fundamental, pois irá garantir que o *setup* não volte a ser feito como antes, além de permitir que todos os turnos façam o *setup* da mesma maneira.

Para padronizar o procedimento de *setup* do tipo lata/*long neck*, foram confeccionados dois procedimentos. Um para a troca de lata para *long neck*, figura 3.13, e outro para a troca de *long neck* para lata.

Procedimento Provisório	Título		Código	Revisão	Data Aprovação	Filial / Área	Página
	USO INTERNO	SETUP Lata/Long Neck DESPALETIZADORA - Linha 02				RECIFE Envasamento	
				0			2 / 10

ILUSTRAÇÕES	Nº	SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÃO	PONTOS-CHAVE	PARÂMETROS
	5	PROCEDIMENTOS	<p>5.1. Pré-Setup</p> <p>5.1.1. Realizar a limpeza da área. 5.1.2. Trazer o kit de troca para próximo do equipamento. 5.1.3. Comunicar ao mecânico do equipamento a ocorrência do Setup. 5.1.4. Organizar as ferramentas necessárias à troca. 5.1.5. Trazer a plataforma para local próximo do equipamento. 5.1.6. Verificar se o transporte vertical está na largura correta. Caso não esteja, acionar a manutenção para ajustar a largura correta. 5.1.7. Iniciar o preenchimento do Checklist pré-setup, uma hora antes de iniciá-lo.</p> <p>5.2. Setup</p> <p>5.2.1. Colocar um palete cheio e FECHADO de garrafas no interior da máquina.¹ - Solicitar, ao empilhador, que coloque um palete cheio no transporte de entrada do equipamento. - Girar para a esquerda o botão Manual, existente na caixa de comando dos transportes de entrada. - Na tela Menu Principal, pressionar F4 para ir ao Menu Principal 1. - Pressione F10 até visualizar a opção Funções Manuais 7. - Pressione F4 para acessar a opção. - Escolha o submenu Transporte Central + Transporte de Entrada.² - Pressionar F6 para AVANÇAR o palete até a entrada no elevador. - Pressionar F4 para VOLTAR à tela inicial, Menu Principal 1.</p> <p>5.2.2. Desligar o equipamento, após a saída da última lata. - Pressionar o botão Desliga no Painel de Comando.</p>	<p>¹ Inspeccionar as condições das garrafas antes de colocar o palete no interior do elevador.</p> <p>² A movimentação no painel de controle é realizada através das teclas F5 e F10.</p>

Figura 3.13 – Procedimento de Setup de Lata para Long Neck (Empresa X, 2008).

	Procedimento Provisório	Título	Código	Revisão	Data Aprovação	Filial / Área	Página
	USO INTERNO	SETUP Lata/Long Neck DESPALETIZADORA - Linha 02		0		RECIFE Envasamento	10 / 10

ILUSTRAÇÕES	Nº	SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÃO	PONTOS-CHAVE	PARÂMETROS
-------------	----	-----------------------	--------------	------------

ANEXO – TABELA DE SINCRONISMO

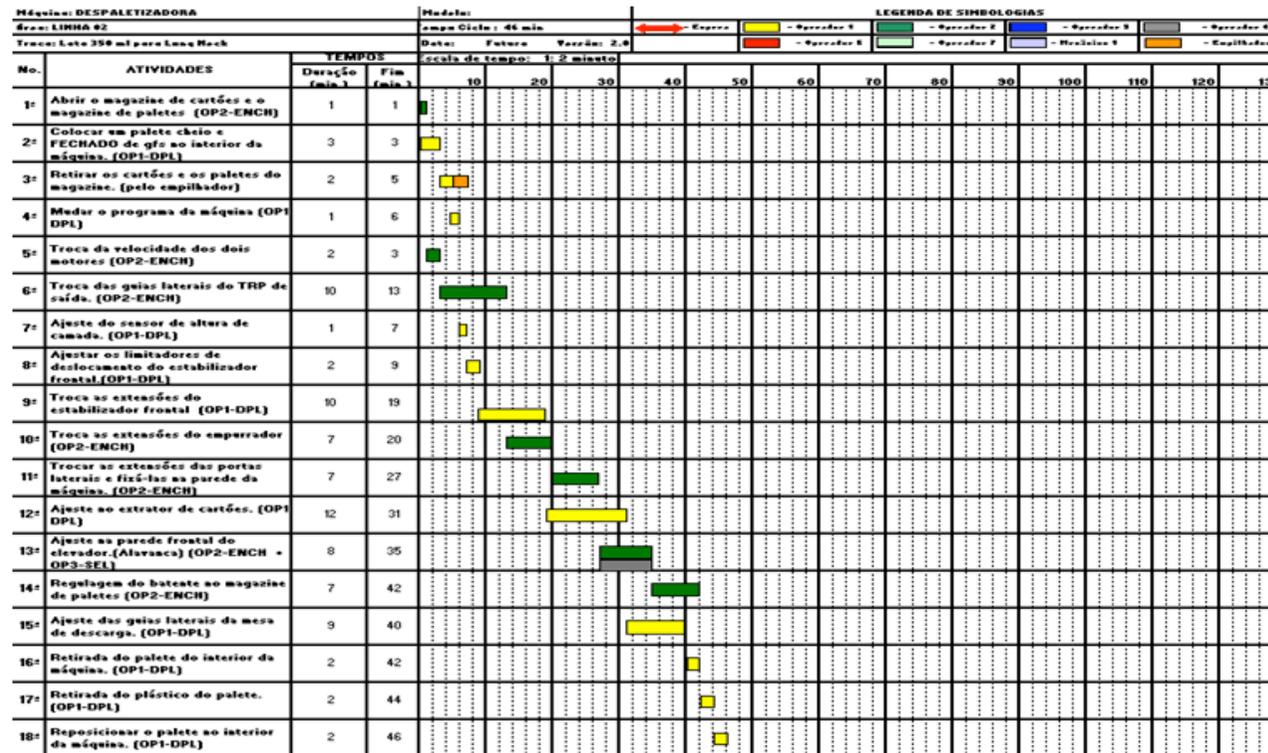


Figura 3.14 – Tabela de Sincronismo após as melhorias (Empresa X, 2008).

Nesses procedimentos, são descritos detalhadamente como devem ser feitas as atividades internas e externas do *setup*. Anexo ao procedimento há a tabela de sincronismo revisada, apresentada na figura 3.14. Nessa nova tabela de sincronismo estão sendo considerados principalmente dois operadores para realizar o *setup*, o da própria despaletizadora e um da enchedora. Há apenas um momento onde o empilhador retira os cartões e os paletes dos seus respectivos magazines, e outro quando o operador da seladora ajuda o da enchedora a fechar a parede frontal pela alavanca.

3.5 Resultados obtidos

Os resultados abaixo utilizam como referência para o cálculo dos ganhos, o *setup* acompanhado no estágio inicial do projeto, que foi realizado no dia 07 de agosto de 2008.

Com apenas duas melhorias do plano de ação concluída até o momento da elaboração deste trabalho, automação das paredes laterais do elevador de palete e a aplicação do 5S na sala de *kits*, a despaletizadora conseguiu uma redução de 75% no seu tempo de *setup* do tipo *lata/long neck*. A figura 3.15, mostra a evolução desse tempo ao longo do desenvolvimento das etapas do projeto.

No dia 21 de setembro de 2008, o *setup* da despaletizadora não foi realizado com dois operadores, por conta disso ele durou mais que o dobro da duração do *setup* anterior.

Com a implantação das melhorias que estão na área verde da matriz de priorização apresentada anteriormente na figura 3.7, página 32, a equipe do projeto prevê uma redução de 88% do tempo de *setup* na despaletizadora, conforme figura 3.16 na próxima página.

É de fundamental importância a realização das melhorias do equipamento, pois elas irão proporcionar um ganho ainda maior.

Com a redução do tempo de *setup* da despaletizadora, a separação das atividades externas da enchedora e da rotuladora, o *setup* da linha completa ficou, no dia 29 de outubro de 2008, com o cenário apresentado na figura 3.17 na página 41.

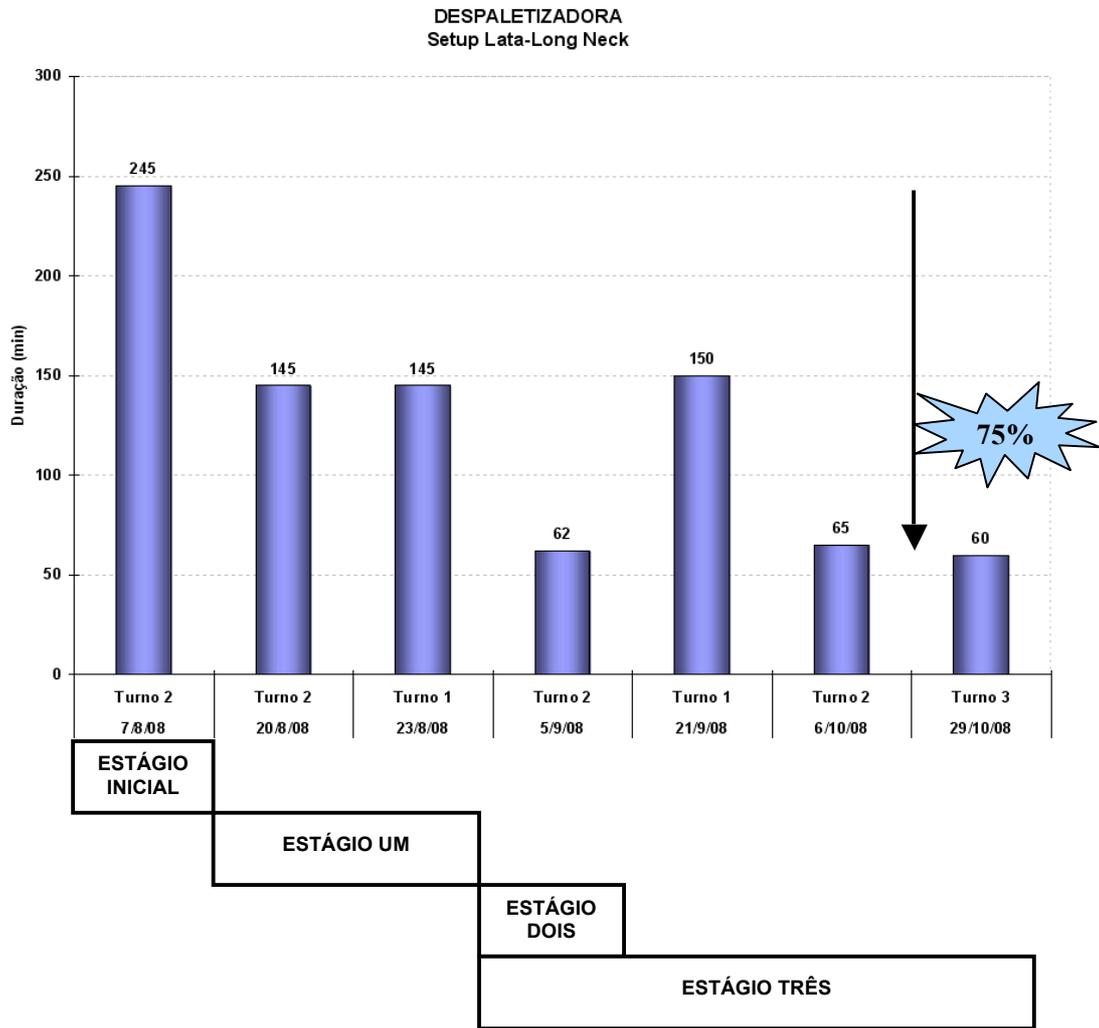


Figura 3.15 – Evolução do tempo de setup da despaletizadora com o projeto (Empresa X, 2008).

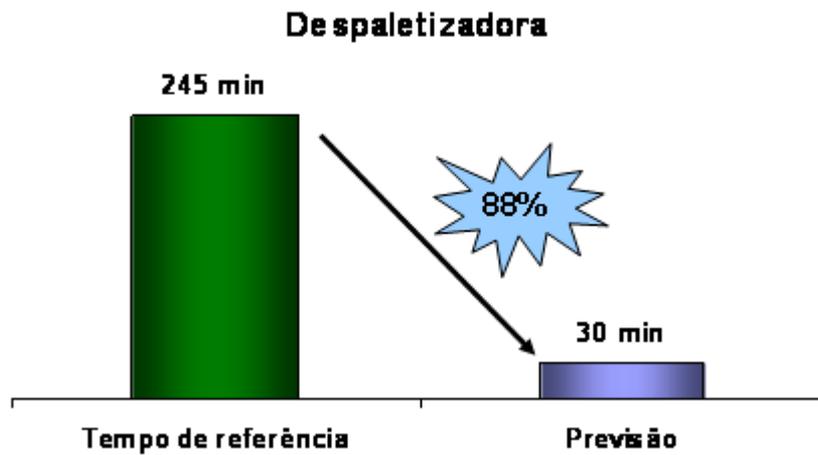


Figura 3.16 – Previsão do tempo de setup na despaletizadora com a implantação das melhorias (Empresa X, 2008).

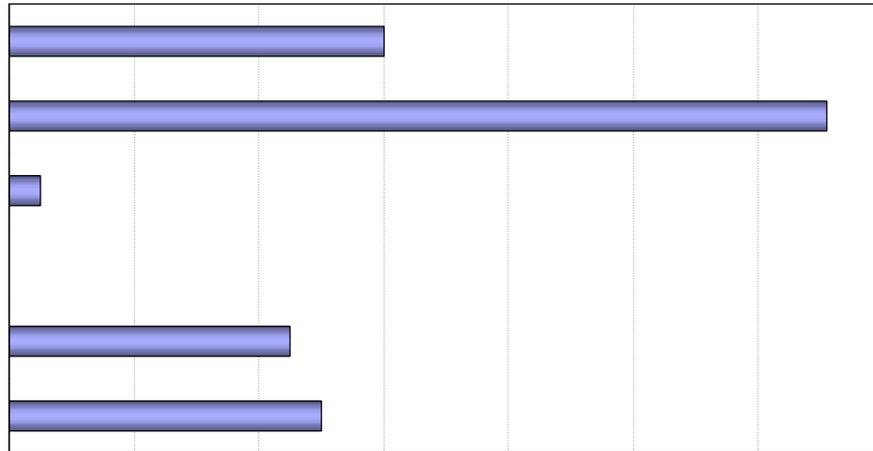


Figura 3.17 – Tempos de setup da linha lata/long neck (Empresa X, 2008).

Ao analisar a figura 3.17, verifica-se que a despaletizadora não é mais a máquina que possui o *setup* mais demorado da linha. A enchedora tornou-se a máquina que tem impacto direto no tempo de *setup* da linha, uma vez que as outras máquinas ficarão esperando a enchedora para poder entrar em produção. Diante disso, os 75% de redução na despaletizadora representaram uma redução de 46% no tempo de *setup* total da linha em estudo.

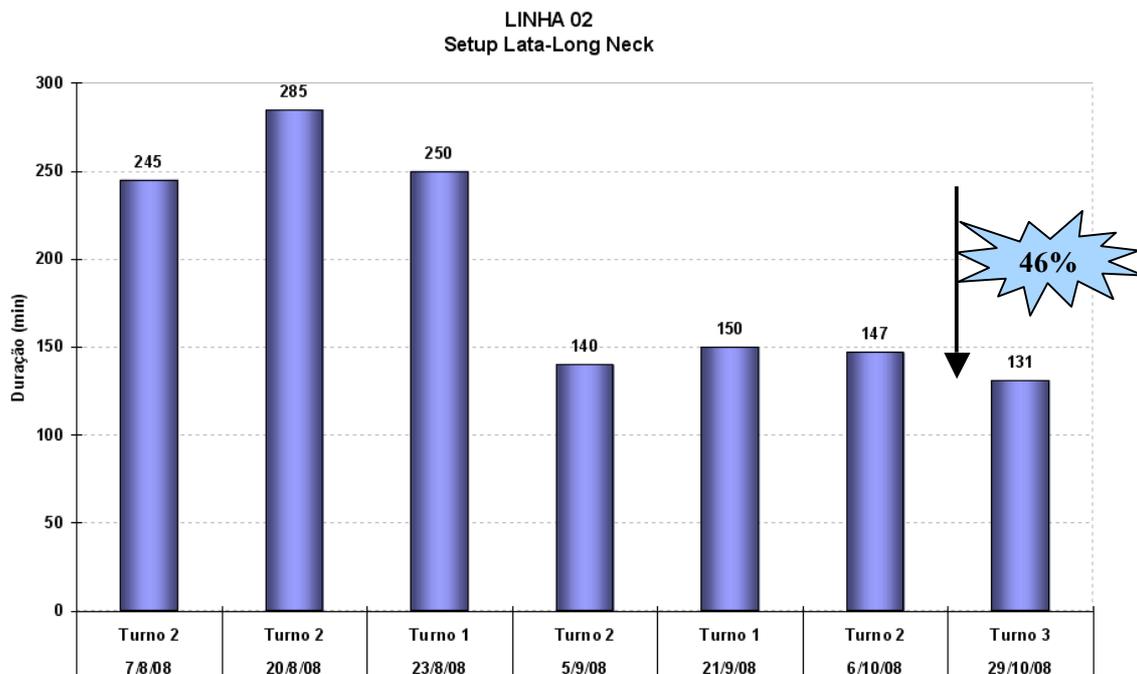


Figura 3.18 – Evolução do tempo de setup da Linha (Empresa X, 2008).

Considerando uma redução de 46% no tempo de *setup* da linha, pôde-se calcular a projeção do ganho anual com o projeto. Esse cálculo foi feito com base no quanto a mais de produto no ano a linha produzirá com a redução de 245 para 131 minutos no tempo do *setup* do tipo *lata/long neck*. O produto considerado para a projeção foi a lata de 350 ml. Com uma produção média de 22.500 latas de 350 ml por hora e uma média de três *setups* do tipo *lata/long neck* por mês, a linha terá capacidade de produzir aproximadamente 1,5 milhão de latas a mais por ano.

Tabela 3.4 – Projeção de ganho do projeto (Empresa X, 2008).

PROJEÇÃO DO GANHO DO PROJETO EM UNIDADES PRODUTIVAS	
Economia de tempo por <i>setup</i>	1,9 horas/ <i>setup</i>
Quantidade média de <i>setups</i> por mês	3
Economia de tempo por mês	5,7 horas/mês
Produção horária média (lata 350 ml)	22.500 latas/hora
Ganho de produto por mês	128.250 latas/mês
Ganho de produto previsto por ano	1.539.000 latas

3.6 Resumo do capítulo

Diante da necessidade de atender a demanda de lata de cerveja do verão 2008/2009, foi desenvolvido um projeto para redução do tempo de *setup* na linha mista de lata e garrafa *long neck*. O *setup* representava uma perda de 12,7% da disponibilidade de produção da linha. A troca entre lata e garrafa *long neck* era o tipo que possuía o maior impacto na disponibilidade de produção da linha, 5,4%. A despaletizadora era a máquina que possuía o *setup* mais demorado nesse tipo de troca. Diante disso, o foco do projeto era o *setup* da despaletizadora da troca entre lata e *long neck*. O projeto apresentado foi baseado na metodologia SMED.

Durante o estágio inicial foi identificado que o *setup* da despaletizadora durou 245 minutos. Separando as atividades internas e externas, o projeto conseguiu reduzir o tempo para 145 minutos. Através da conversão de atividades internas em externas e da implementação de algumas melhorias às atividades internas e externas, o projeto reduziu o tempo de *setup* da despaletizadora para 60 minutos. Por conta de restrições de orçamento, a

maioria das melhorias não havia sido implementada até o presente momento. Com a implantação das melhorias, a equipe do projeto prevê uma redução para 30 minutos.

Por conta da redução do tempo de setup da despaletizadora para 60 minutos até o momento, a máquina que passou a possuir o *setup* mais demorado foi a enchedora, com 131 minutos. Diante disso, o *setup* da linha reduziu de 245 para 131 minutos. Com a redução do tempo de *setup* da linha em estudo, a Empresa X terá capacidade de produzir aproximadamente 1,5 milhão de latas a mais por ano.

O próximo capítulo traz as conclusões e considerações finais deste trabalho.

4. CONCLUSÃO

Para se manter competitiva no mercado, as empresas precisam ser cada vez mais eficientes. Através de uma perseguição contra as perdas, as empresas podem obter uma redução nos seus custos e conseqüentemente um aumento de lucratividade, uma vez que os preços são determinados pelo mercado.

O *setup* é um exemplo de uma perda muito grande e que deve ser reduzida, pois é uma atividade que não agrega qualquer valor ao produto e que geralmente dura muito tempo. Além disso, sua redução provocará reduções de outras perdas como a por superprodução e a por estoques. Como o tempo gasto no *setup* é menor, é possível reduzir o tamanho do lote realizando mais trocas para atender as demandas diárias dos clientes, e conseqüentemente reduzir o nível de estoque.

No estudo de caso, a metodologia SMED foi bastante eficaz no desenvolvimento do projeto de redução de tempo de *setup*. É uma metodologia simples e que pode ser aplicada várias vezes até que o *setup* chegue ao tempo desejado. Algumas vezes não será possível reduzir o tempo de *setup* para menos de dez minutos, mas reduções drásticas certamente serão alcançadas.

Os maiores ganhos na maioria dos *setups* são alcançados com ações simples de organização das atividades, eliminação esperas e na separação das atividades internas e externas. Um planejamento antecipado por parte do supervisor de produção é fundamental para a redução das perdas dentro da troca e conseqüentemente para a redução do tempo de *setup*.

No estudo de caso apresentado, apesar de não ter conseguido reduzir o tempo de *setup* da despaletizadora para menos de dez minutos, foi possível uma redução de 75%, chegando a um *setup* de 60 minutos. Porém, o tempo de *setup* da linha reduziu apenas 46%, pois a enchedora possui um tempo de *setup* de 131 minutos. Essa redução proporcionou um aumento na capacidade produtiva da linha de 1,5 milhão de latas de 350 ml por ano.

O sucesso da aplicação do SMED apresentado neste trabalho não garante que a metodologia será adequada para outras situações.

4.1 Dificuldades encontradas

No estudo de caso apresentado, houveram algumas dificuldades para o desenvolvimento do projeto de redução de tempo de *setup*. Dentre essas, se destacam:

- A baixa frequência do *setup* do tipo *lata/long neck*, com uma média de três trocas por mês.
- Os operadores presentes trabalham em regime de turnos, o que dificultou a realização de reuniões e discussões sobre o tema.
- falta de comprometimento por parte de alguns líderes de linha.
- Resistência a mudança por parte de alguns colaboradores envolvidos no *setup* da linha.
- Outro projeto, implantação do TPM – *Total Performance Management*, estava sendo desenvolvido na mesma linha onde o estudo de caso foi aplicado, o que acabou reduzindo a disponibilidade do operador para com o projeto de redução de tempo de *setup*.

4.2 Recomendações para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser aplicada a metodologia SMED para redução do tempo de *setup* na enchedora, tendo em vista que ela se tornou a máquina com o *setup* mais demorado da linha, e com isso aumentar o impacto no tempo de *setup* da linha em estudo. Ela poderia ser aplicada a outras linhas de produção com características diferentes da deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCAUI, A. *Corrente Crítica: uma alternativa à gerência de projetos tradicional*. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, n. 2, 2004.

CARNEIRO, F. L. *O sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil*. In: X SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2003, Bauru. Anais... Bauru, 2003.

CARVALHO, A. V. *Aprendizagem Organizacional em Tempos de Mudança*. Pioneira, 1999.

FREJ, N.A. *Análise das ferramentas da Produção Enxuta – Aplicação em uma fábrica de tampas plásticas*. Recife, 2008. Monografia de conclusão de curso (Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de Produção, mais do que simplesmente just-in-time*. EDUCS, Caxias do Sul, 1996.

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

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. *Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalhos Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras*. Gestão & Produção. v. 11, n. 1, p. 1-19, jan-abr, 2004.

INDG – Instituto de Desenvolvimento Gerencial. Disponível em: <<http://www.indg.com.br/5s/definicao.asp>>. Acessado em 08 de novembro de 2008.

LEAN WAY Treinamento. Apostila do Workshop Sistemas de Troca Rápida de Ferramenta. Recife: Lean Way Academy, 2008.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota: 14 Princípios da Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, M. L. S. C.; ZAWISLAK, P. A. *A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs*. Revista Produção, v. 13, n. 2, 2003.

MARDEGAN, R.; LOPES, P.; TRESISANE, R.B.; GUERRA, M. *Estudo de Caso de Implementação de Troca Rápida de Ferramenta em uma Empresa Metal Mecânica*. In: XXVI ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2006.

MCKINSEY & COMPANY Treinamento. Apostila do Treinamento de Produção Enxuta. Itu, 2006.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

REIS, A.; SYDOW, G.; LEONE, M.; SILVA, M. *Minimização dos estoques – uma análise estratégica baseada no Sistema Toyota de Produção*. In: XXV ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2005.

SHINGO, S *Quick Changeover for Operators – The SMED System Productivity* Press. USA, Oregon, 1996.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Bookman, 2000.

SINDICERVE - Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/>>. Acessado em 30 de outubro de 2008.

TEIXEIRA, C. *Metodologia de Estudo e Pesquisa*. Universidade Virtual do Maranhão – UNIVIMA. São Luís, 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Tradução de Ivo Korytovski. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus. Título original: The Machine That Changed the World, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Simon & Schuster, 1996.