

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MONOGRAFIA
REDUÇÃO DE *SETUP* EM LINHAS DE ENVASE DE LÍQUIDOS

RÔMULO JASSELLI PADILHA
Orientadora: Gisele Cristina Sena da Silva

Setembro/2006

Rômulo Jasselli Padilha

Redução de *Setup* em Linha de Envase de Líquidos

Monografia apresentada à graduação
de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para a conclusão do
curso de graduação

Orientadora: Gisele Cristina Sena da Silva

Setembro/2006

P123r Padilha, Rômulo Jasselli

Redução de *setup* em linhas de envase de líquidos /
Rômulo Jasselli Padilha. – Recife: O Autor, 2006.
vi, 36 f., il. color., tabs.

Monografia (TCC) – Universidade Federal de
Pernambuco. CTG. Depto. de Engenharia de Produção,
2006.

Inclui referências bibliográficas.

**1. Engenharia de Produção 2. Redução de *setup* I.
Título.**

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2006-109

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que contribuíram com minha formação de engenheiro de produção e à professora Gisele Sena por ter aceitado ser orientadora deste trabalho de conclusão do curso.

Agradeço também a amigos e familiares que fizeram parte da minha vida ao longo do curso e me ajudaram a enfrentar os desafios que surgiram.

Agradeço especialmente a Kamila por ter sido a pessoa que mais me apoiou para a conclusão do curso de Engenharia de Produção e que iluminou meu caminho nos momentos difíceis.

RESUMO

Este trabalho mostra de uma forma simplificada o uso de uma metodologia para analisar o *setup* em linhas de envase de líquidos para embalagens até 18 litros. Esta pode ser adotada por empresas dos setores de bebidas, cosméticos, perfumes, remédios, tintas e vernizes. Com a utilização de técnicas de Engenharia de Métodos, de conceitos de Troca Rápida de Ferramentas e de Melhoria Contínua, que são ferramentas simples de implantar e de baixo custo para a empresa, este trabalho mostra como a metodologia foi desenvolvida e aplicada em uma filial de uma grande indústria de tintas e vernizes que possui outras fábricas espalhadas pelos quatro continentes. O trabalho também explica o que é uma linha de envase de líquido e seu funcionamento, descreve os principais equipamentos encontrados e detalha quais os tipos mais comuns de *setup* realizados nessas máquinas. No fim, são apresentadas as limitações encontradas na realização deste trabalho e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros relacionados com este tema.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1. Problemática	1
1.2. Justificativa	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo Geral	2
1.3.2. Objetivo Específico	2
1.4. Estrutura do Trabalho	3
2. Fundamentação Teórica	4
2.1. Sistemas Produtivos	4
2.1.1. Tipos de Sistemas de Produção	5
2.1.2. Medidas de Controle da Produção	6
2.2. <i>Setup</i>	8
2.2.1. Tipos de <i>Setup</i>	8
2.2.2. Troca Rápida de Ferramenta	9
2.2.3. Os Sete Tipos de Perdas	11
2.3. Melhoria Contínua	12
2.3.1. Ciclo <i>PDCA</i>	13
2.4. Estudo de Tempos e Movimentos	14
2.4.1. Estudo dos Micromovimentos	15
2.5. Linha de Envase	15
2.6. <i>Setup</i> em uma Linha de Envase	19
2.7. Resumo do Capítulo	21
3. Análise de Redução de <i>Setup</i> em uma Linha de Envase	22
3.1. Metodologia de Análise da Redução de <i>Setup</i>	22
3.1.1. Levantamento de Dados	22
3.1.2. Análise de Dados	24
3.2. Estudo de Caso – Empresa do Setor de Tintas e Vernizes	25
3.2.1. Descrição da empresa estudada e do mercado	25
3.2.2. Situação inicial da produção	26
3.2.3. Aplicação da metodologia proposta	27
3.2.4. Soluções encontradas e resultados	30

3.3. Resumo do Capítulo	33
4. Conclusão	34
4.1. Limitações do Trabalho e Recomendações para Trabalhos Futuros	34
Referências Bibliográficas	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Modelo de transformação	4
FIGURA 2.2. Fixação de patente	10
FIGURA 2.3. Fluxograma para aplicação das oito técnicas da TRF	11
FIGURA 2.4. Ciclo <i>PDCA</i>	13
FIGURA 2.5. Mesa alimentadora	16
FIGURA 2.6. Etiquetador	16
FIGURA 2.7. Envasadora gravimétrica	17
FIGURA 2.8. Envasadora volumétrica	17
FIGURA 2.9. Seladora	18
FIGURA 2.10. Paletizador	18
FIGURA 2.11. <i>Layout</i> de uma linha de envase	19

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1. Tabela de coleta de dados	23
TABELA 3.2. Comparativo de resultados	33

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados os principais aspectos deste trabalho, através de uma rápida introdução do assunto e da importância do tema em que se baseia este estudo. Também são apresentados os objetivos gerais e específicos, a justificativa do trabalho e a estrutura da monografia.

1.1. Problemática

O mercado de envase de líquidos vem se tornando muito competitivo, seja em empresas de bebidas, de tintas e vernizes, de cosméticos, de remédios. O número de fábricas nesses setores vem se multiplicando pelo país; só da indústria de tintas e vernizes são mais de 300 empresas. Entretanto a presença de grandes multinacionais o torna extremamente difícil para as pequenas e médias empresas se manterem neste mercado.

O desafio dessas empresas está em como se tornarem mais competitivas operacionalmente, ou seja, como aumentar produtividade de suas linhas de envase aproveitando ao máximo o tempo que o equipamento estará disponível, fazê-la operar em seu rendimento ótimo e fazendo com que seus produtos cheguem ao mercado consumidor no menor tempo possível e ainda garantido um grau de qualidade exigida pelo usuário.

Poder-se-ia pensar que a solução óbvia seria a compra de maquinário moderno e automático ou a contratação de mais pessoas nas linhas de produção. No entanto, o investimento em novas máquinas só possui retorno a médio e longo prazo e o aumento do quadro de funcionários só deve ser feito se a empresa tem a certeza que o mercado está em expansão pois caso haja um recuo ela terá que fazer cortes de trabalhadores o que é um processo caro e mancha a imagem da empresa.

Porém uma outra solução seria tentar reduzir a quantidade de operações na realização do *setup* de linhas de envase de líquidos, considerando a redução de esforço físico, a eliminação de tarefas que ponham em risco a integridade física e mental do funcionário e ainda garantir a qualidade do produto final para o consumidor.

Como será exibido nesse trabalho, o uso de uma metodologia baseada em técnicas de Troca Rápida de Ferramenta e conceitos de Estudo dos Tempos e Movimentos de operações tem resultados a curto prazo e de baixo custo de implantação trazendo resultados positivos para os indicadores da organização a curto prazo.

1.2. Justificativa

Os tomadores de decisão se deparam com a situação de que o volume de produção aumenta vertiginosamente em um curto período de tempo. Nesse momento, muitos acham que a solução a curto prazo é contratar mão-de-obra temporária, aumentar os custos com horas-extras e mesmo contratar outras empresas para realizar parte da produção excedente.

Entretanto, alguns não percebem as conseqüências dessas soluções. Na contratação de temporários a empresa se arrisca entregando responsabilidades para pessoas sem comprometimento, na delegação de parte da produção para terceiros corre-se o risco de estar entregando os segredos da empresa e estar criando um futuro concorrente, o uso de horas-extras além de ser mais a solução de custo mais elevado pode-se criar um problema com sindicatos e trabalhadores insatisfeitos.

Uma solução alternativa mais viável economicamente, entretanto, é fazer uma análise minuciosa das linhas de envase de líquidos para verificar o quanto se pode ganhar reduzindo as atividades existentes no *setup* e padronizando-o. Utilizando apenas técnicas simples de Engenharia de Métodos, técnicas de Troca Rápida de Ferramenta e outras ferramentas descritas nesse estudo é possível uma indústria aumentar sua produtividade sem elevar muito seus custos.

1.3. Objetivos

Serão apresentados a seguir, o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho

1.3.1. Objetivo Geral

Apresentar uma metodologia para o estudo de redução de *setup* em linhas de envase de líquidos que se aplique para indústrias de bebidas, de tintas e vernizes, de cosmético, de remédios.

1.3.2. Objetivo Específico

São objetivos específicos deste trabalho:

- Apresentar quais os equipamentos que compõe uma linha de envase de líquidos e o seu *layout*;
- Mostrar como é feito levantamento de *setups* de uma linha de envase de líquidos e que ferramenta utilizar para reduzi-los;

- Realizar um estudo de caso em uma empresa de tintas e vernizes da região;
- Mostrar a simplicidade do estudo e sua fácil implantação.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho está organizado na seguinte estrutura:

1. Introdução: expõe uma breve explicação do trabalho, como o porquê da escolha do tema e quais os objetivos geral e específicos;
2. Fundamentação teórica: mostra os principais conceitos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho e contém uma explicação sobre o que é uma linha de envase de líquidos, quais são seus equipamentos e os tipos diferentes de *setups* que uma linha deste tipo pode ter ;
3. Análise de Redução de Setup em uma Linha de Envase: são explicadas todas as etapas da metodologia utilizada para se chegar no objetivo do trabalho, uma breve introdução sobre a empresa utilizada no estudo e os resultados do estudo;
4. Conclusão: contém as limitações que o trabalho possuiu e as recomendações para trabalhos futuros;
5. Referências Bibliográficas: estão todos os livros, artigos e páginas da Internet que foram utilizados na realização deste trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados os principais temas que deram base para este trabalho. Inicialmente serão dadas definições dos conceitos mais abrangentes como sistemas produtivos e tipos de *setup*, e em seguida serão apresentadas às definições mais específicas como a definição de linha de envase e seu funcionamento.

2.1. Sistema Produtivo

Segundo Daniel Moreira (1998), um sistema produtivo é um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens e serviços. Essa definição pode ser melhor explicada através da figura 2.1:



Figura 2.1 –Modelo de transformação

Fonte: Adaptado de Slack et al (2002)

Os inputs ou entrada são os insumos de todo o processo, ou seja, são as matérias-primas, a mão-de-obra, a energia utilizada e o próprio conhecimento utilizado na fabricação do produto. O output ou saída são os produtos ou serviços prontos para o consumidor após passarem pelo processo de transformação. A etapa de transformação é onde os insumos passam por transformações física, químicas ou, no caso de alguns serviços, processamento de dados.

Todo o processo produtivo sofre influência do meio em que estará inserido tanto internamente (por exemplo necessidade para atingir as metas de vendas, desenvolvimento de novos produtos e processos, manterem padrões de qualidade) e externamente (por exemplo variação da inflação no país, flutuações da demanda no mercado). São essas influências que restringem os sistemas produtivos .

2.1.1. Tipos de Sistema de produção

Podemos classificar os sistemas de produção, segundo Moreira (1998), em :

- Sistemas de produção contínua ou em fluxo: são sistemas que possuem produtos com um grau de padronização alto, com um mix baixo, quantidade reduzida de *setup* nas operações e alto volume de produção. Exemplos: indústria automobilística, eletrodoméstico.
- Sistema de produção por batelada ou em lote: possuem um mix elevado de produtos com baixo grau de padronização e grande quantidade de *setup* nas operações. Os lotes são feitos à medida que o mercado vai solicitando, um mesmo lote pode levar muito tempo para produzido novamente enquanto que outros são feito regularmente. Esse é o tipo adotado para o estudo deste trabalho já que é o sistema que apresenta o maior número de *setup* entre a produção de cada lote. Exemplos: indústria de tintas, bebidas, sorvetes, cosmético.
- Sistema de produção de grandes projetos: é caracterizado por não haver repetição de produto, cada projeto é diferente do outro em vários aspectos seja no tempo de execução , nos insumos utilizados, ou mesmo, por serem projetos de naturezas completamente diferentes. Exemplo: construção civil, estaleiros, design, consultorias.

Uma outra classificação é feita por Slack et al (2002). O autor usa a variedade dos produtos fabricados e o volume de produção como variáveis de sua classificação. Com exceção de sistemas de projetos que se mantém inalterado, ele divide o sistema de produção em fluxo em produção em massa e contínuo, e o processo em batelada é complementado pelo processo em *jobbing*. Abaixo segue uma descrição de cada processo:

- Processos contínuos: caracterizados por possuírem um alto volume de produção e quase nenhuma variedade entre os produtos fabricados. Recebe essa denominação por fornecer produtos quase sem interrupção e por possuí um fluxo quase contínuo e ininterrupto do produto fabricado. Como exemplos estão os

fornecedores de eletricidade e refinarias de petróleo.

- Processo de produção em massa: possui também um volume alto de produção entretanto o processo possui um pouco mais de variedade mas não ao ponto de modificar o processo. São pequenas variações como cor, um acessório extra mas que no fim conceito do produto não se altere. Como exemplos estão as montadoras e os fabricantes de eletrodomésticos.
- Processo em lotes: possui mais variedade e um volume menor do que a produção em massa. Caracteriza-se por produzir lotes grandes de produtos e com certa variedade. O grau de repetição dos lotes é alto. Como exemplos fábricas de tintas, bebidas, cosméticos.
- Processo de *jobbing*: se assemelha ao processo de projetos por possuir uma variedade grande entre seus produtos no entanto a produção não se resume a um único exemplar. A batelada tem um número de componentes um pouco maiores do que o processo de projeto e menor do que o processo de lote. O grau de repetição é baixo. Como exemplo produção de roupas por encomenda.

2.1.2. Medidas de Controle de Produção

Para uma empresa saber se seu sistema produtivo está funcionando dentro do planejado pela direção, utilizam-se medidas ou métricas que dão à informação de custo, de eficiência, de desperdício para seus acionistas. Essas medidas é o retrato de como o sistema produtivo está em um determinado momento.

Existem várias formas de se controlar uma produção (Slack et al, 2002) que variam de acordo com o negócio da organização. Pode-se controlar através do volume/tonelada produzido durante o mês, quantidade de horas-extras, percentual de inventário de estoque, quantidade de resíduo gerado, entre outros. Neste trabalho foram utilizados a produtividade, o *lead time* e o *O.E.E. (Overall Equipment Efficiency, eficácia geral de equipamento)*, por serem diretamente afetados com a redução de *setup* nas linhas de envase. Todos os três índices tiveram uma melhora significativa após a aplicação do modelo.

A produtividade é a capacidade de produção em um determinado período de tempo que uma pessoa produtiva (operador, ajudante, etc.) é capaz de produzir. Por exemplo, em uma empresa de geladeiras poderia se ter a produtividade de 20 geladeiras por horas-homem trabalhadas, ou seja, 20 geladeiras são produzidas a cada hora por um homem. Neste trabalho iremos considerar a unidade de litros/horas-homes já que estamos trabalhando com empresas que envasam líquidos. A expressão matemática utilizada para calcular a produtividade é mostrada abaixo:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Volume_de_produção}}{\text{Horas_trabalhadas} \times \text{n}^\circ \text{de_homens_produtivos}} \quad (2.1)$$

A Eficácia Geral de Equipamento (*O.E.E.*) é uma forma de medir o desempenho do equipamento. É formado por três elementos: disponibilidade, a performance e taxa de qualidade do equipamento. A disponibilidade é uma relação entre total de horas de funcionamento do equipamento pelo total de tempo produtivo menos os tempos de paradas do equipamento. A performance é a relação entre a velocidade real do equipamento pela sua velocidade padrão (ou de projeto). A taxa de qualidade é a relação entre o número de unidades boas pelo o número total de unidades. A expressão matemática é:

$$\text{O.E.E} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Taxa_de_Qualidade} \quad (2.2)$$

O *Lead Time* é uma medida de tempo gasto pelo sistema produtivo para transformar matérias-primas em produtos acabados (Tubino, 1999). O *lead time* está diretamente ligado com a flexibilidade que a organização tem de responder as oscilações do mercado principalmente em um sistema produtivo que produz por lote. Se o mercado está querendo um produto A e repentinamente ele necessita de um produto B, é essa medida que irá dizer se a empresa responderá no tempo certo antes da concorrência. O *lead time* pode medir o tempo desde quando surge o pedido até o momento da entrega ao cliente ou, como será usado neste trabalho, pode medir desde quando a primeira matéria-prima entra no processo até quando a última gota de líquido é envasado.

2.2. Setup

Setup é toda preparação feita em uma linha de montagem na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça do lote seguinte (Slack et al, 2002). Essa preparação pode ser uma troca de uma matriz, acoplamento de uma mangueira, limpeza da máquina para a entrada de outro produto, o uso de uma ferramenta inadequada para a função.

Um *setup* muito demorado afeta bastante as medidas de produção citadas anteriormente. Um tempo longo de preparação aumenta o *lead time* do produto reduz a produtividade já que em vez do tempo está sendo utilizado para produzir, está sendo utilizado para fazer ajustes no equipamento, ou seja, a máquina está parada quando ela deveria estar funcionando. No entanto, um *setup* demorado afeta principalmente o *O.E.E.*, uma vez que ele irá interferir na disponibilidade, poderá reduzir em até 30% do *O.E.E.*

2.2.1. Tipos de Setup

O *setup* pode ser classificado em dois tipos:

- Setup Interno: é todo o *setup* que é feito com o equipamento parado, ou seja, ela não está produzindo nada. Por exemplo, regulagem da largura de uma esteira, ajuste na altura de uma matriz, manutenção na própria máquina .
- Setup Externo: é toda preparação realizada com a máquina em funcionamento, ou seja, a máquina está ligada. Por exemplo, regulagem da vazão de um bico de envase, aguardando a empilhadeira trazer embalagens.

A primeira etapa para começar a reduzir *setup* dentro da linha de produção é identificar que atividades são *setup* interno, externo e movimentos desnecessários dentro da operação da máquina.

A segunda etapa é converter *setup* interno em externo. Talvez não seja possível converter todas as operações internas em externa, mas quanto maior o número de atividades convertidas melhor será a redução do tempo em que a máquina estará parada.

A terceira parte é racionalizar as operações de *setup*, isto é feito utilizando os princípios da filosofia da Troca Rápida de Ferramenta (TRF) que será explicado no tópico a seguir.

No próximo capítulo será mostrado como é importante converter *setup* interno em externo e sua contribuição para esse trabalho.

2.2.2. Troca Rápida de Ferramenta (TRF)

Troca Rápida de Ferramenta (TRF) ou troca de ferramenta em um único toque (*OTED*) é uma técnica japonesa de redução de *setup* desenvolvida por Shigeo Shingo, utilizada no sistema Toyota de produção (STP), que consegue reduzir em média de 80% a 95% no tempo perdido com *setup*.

Apesar de ser essencial para sistemas de produção de contra-pedido e de baixo volume de estoque, suas técnicas podem ser utilizadas em outros tipos de sistemas produtivos diferente do STP. Abaixo estão as oito técnicas da TRF:

1. Separação das operações de *setup* internas e externas: identificação das operações feitas com a máquina parada (*setup* interno) e com ela funcionando (*setup* externo);
2. Converte *setup* interno em externo: encontrar maneiras de transformar operações internas em externas;
3. Padronização a função não a forma: uniformização das peças utilizadas no *setup*. Por exemplo, fazer com que uma matriz tenha dimensões e grampos que possam ser utilizados em outros *setups*;
4. Utilizar grampos funcionais ou eliminá-los: Por exemplo, trocar parafusos por encaixes tipo pino ou modificações na matriz que eliminam a operação de giro do parafuso, trocar engates rosqueados por molas (figura 2.2);

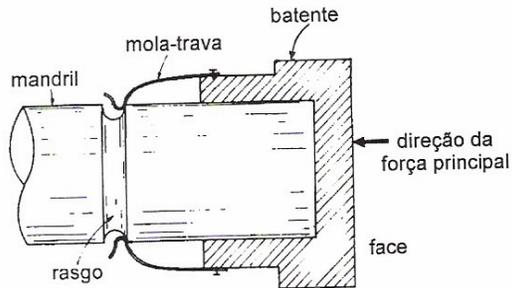


Figura 2.2 – Fixação de batente

Fonte : Shingo (1996)

5. Usar dispositivos intermediários: gabaritos e adaptações em matrizes podem reduzir o tempo de ajuste de peças na máquina;
6. Adotar operações paralelas: utilizar no mínimo duas pessoas para realizar *setup*, pois elas poderão reduzir a duração da preparação do equipamento. Por exemplo, enquanto uma pessoa traz embalagem, outra pega os paletes e outra faz a limpeza do equipamento.
7. Eliminar ajustes: ajustes e preparação são responsáveis por 50% a 70% do tempo do *setup* interno. Quanto mais preciso for o ajuste menor será a perda de tempo com a preparação, por exemplo a tara corretamente do peso em uma balança irá evitar que o operador ter que conferir mais de um produto para se chegar ao peso correto;
8. Mecanização: a utilização de ar comprimido ou forças hidráulicas pode aumentar a precisão dos ajustes ao invés da força manual, no entanto deve ser usada com cuidado pois o uso com um mau planejamento do equipamento pode até complicar a operação aumentando assim o tempo de *setup*.

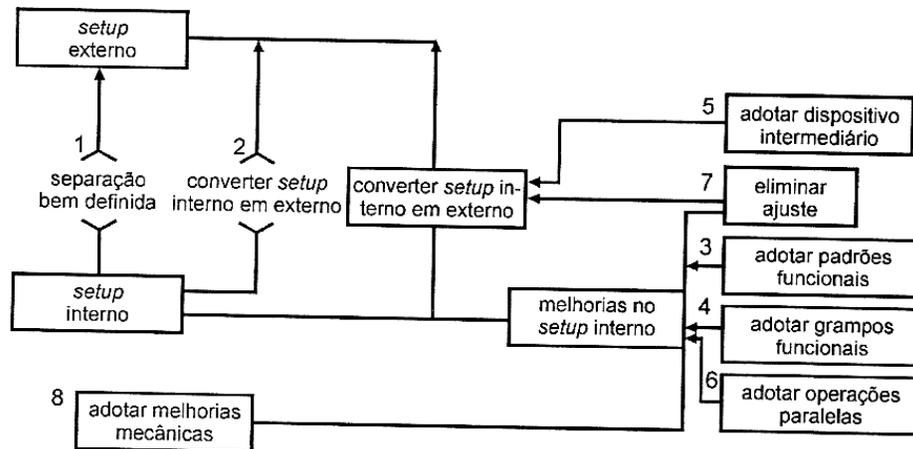


Figura 2.3. – Fluxograma para aplicação das oito técnicas

Fonte : Shingo (1996)

Nem sempre será possível à aplicação destas oito técnicas, irá depender do tipo de operação realizada e do tipo de linha produtiva para tentar-se adaptar o uso das técnicas. As etapas 1 e 2 são as mais importantes visto que elas são responsáveis por uma redução de 30% a 50% do tempo total de *setup* (*setup* interno e externo). No capítulo quatro será mostrado como a TRF foi usada no desenvolvimento deste trabalho.

2.2.3. Os Sete Tipos de Perdas

O estudo das perdas que ocorrem em uma produção foi desenvolvido para ser utilizado em um sistema de produção enxuta, ou seja, para o Sistema Toyota de Produção. O objetivo da análise das perdas é eliminar o estoque intermediário, diminuir movimentação e reduzir ou mesmo eliminar o tempo de algumas operações.

O uso de ferramentas como o estudo das sete perdas, *kaizen* e o *just in time (JIT)* é a base para o funcionamento do Sistema Toyota de Produção, porém nada impede que essas ferramentas não possam ser utilizadas em outros tipos de sistemas produtivos como no caso deste estudo.

Segundo Ohno (1997), existem sete tipos de perdas que podem ser identificadas em uma linha de produção. Essa classificação ajuda a entender a origem de algumas deficiências em um *setup*. Abaixo, a descrição de todas essas perdas:

1. Superprodução: É um excesso na produção, ou seja, produzir algo antes do tempo esperado;
2. Esperas: Seja de material ou de informação esperando para ser processado, ambos parados não agregam nenhum tipo de valor;
3. Transporte: O transporte de material ou de informação por dentro da empresa não pode ser eliminado mas sim reduzido;
4. Processamento Inadequado: Quando um equipamento ou máquina é utilizado de forma inadequada (baixa utilização ou uso para outros fins);
5. Estoque Desnecessário: Representa capital da empresa que fica empatado e perda de espaço físico;
6. Defeitos: perda de matéria-prima e de tempo com retrabalho e refugos;
7. Movimentos Desnecessários: Possíveis erros no projeto ergonômico do posto de trabalho.

2.3. Melhoria Contínua

Segundo Slack et al (2002), a melhoria contínua é uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoria incremental. Não importa o tamanho do melhoramento, ele pode ser uma grande mudança como a compra de uma nova máquina em substituição a uma outra que possuía uma eficiência reduzida como também pode ser apenas um reposicionamento de um sensor que movimenta uma esteira alimentadora e estava com o tempo de alimentação inferior ao do equipamento posterior a ele. O importante em um melhoramento é que ele pode ser seguido por outros melhoramentos e que de fato essas melhorias ocorram periodicamente (semanalmente ou mensalmente), daí a idéia de melhoria contínua. A melhoria contínua é também conhecida por *Kaizen*.

2.3.1. Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é uma ferramenta de melhoramento contínuo que como a própria figura 2.4 mostra que a cada fim de um ciclo outro se inicia a partir do incremento feito pelo ciclo anterior.

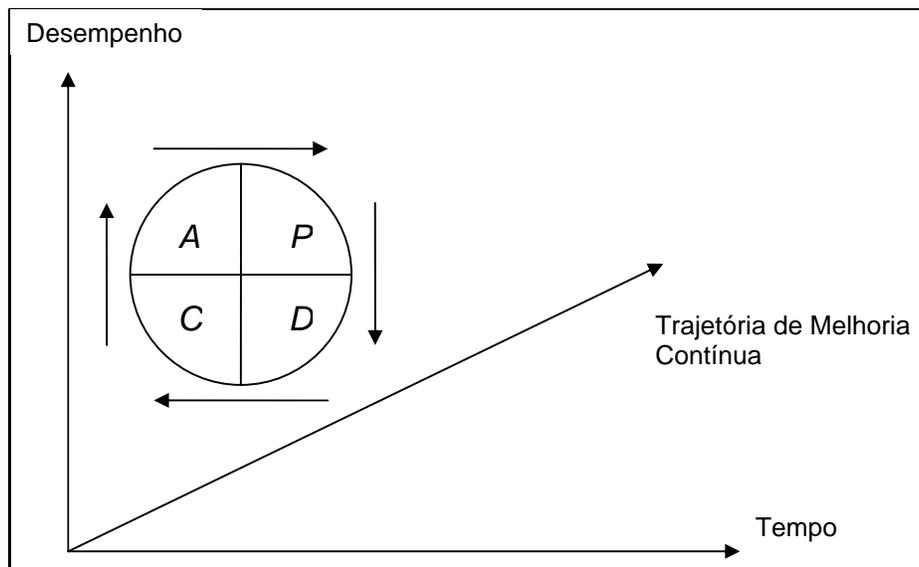


Figura 2.4 – Ciclo PDCA

Fonte: Adaptado de Slack et al (2002)

As etapas do ciclo são (Slack et al, 2002):

1. Estágio P (Plan – Planejar): é a etapa que o ciclo se inicia, é onde se começa analisando o método atual, coletando-se dados e informações do funcionamento do atual. Após se discutirem as idéias propostas para mudança, é feito um plano de ação que será aplicada no próximo estágio;
2. Estágio D (Do – Fazer): é onde são implementadas todas as idéias que estão no plano de ação elaborado no estágio P. Neste estágio poderão surgir algumas dificuldades para por em prática as idéias, por isso, pode-se fazer um PDCA apenas para tentar resolver o problema ou mesmo incluir algo que tenha ficado despercebido;

3. Estágio C (Check – Checar): é o momento de verificar se tudo o que foi implementado saiu conforme o planejamento, se a solução nova ficou melhor do que o modelo anterior;
4. Estágio A (Action – Agir): nessa etapa caso a nova proposta tenha dado certo, a idéia será consolidada e difundida. Caso contrário, as lições servirão de aprendizado para se iniciar um novo ciclo.

Ao fim de cada ciclo ele se inicia novamente, mas o ponto de partida agora é a situação após o *PDCA* anterior. Caso as implementações tenham trazido melhorias, deve-se pensar em como melhorar este novo cenário com influência de sua nova configuração. No entanto, se as idéias postas em prática não solucionaram o problema, aliás, acrescentaram outros, deve-se repensar o plano de ação em um novo ciclo.

Existem outras ferramentas que podem auxiliar em um plano de melhoria contínua para a empresa, no entanto, por ser o mais difundido e de fácil aplicação o Ciclo *PDCA* foi escolhido para ser usado neste trabalho. Nos próximos capítulos, será mostrado como ele ajudou na concepção deste estudo.

2.4. Estudo de Tempos e Movimentos

O estudo de tempos e movimentos é uma técnica antiga introduzida na indústria por Taylor (1990) a fim de determinar o tempo-padrão de operações e pelo casal Gilbreth (Barnes, 1977) com o estudo dos movimentos das operações que procuravam o melhor método para se executar uma tarefa.

Seus objetivos são (Barnes, 1977):

1. Desenvolver o sistema e o método preferido com o menor custo se possível;
2. Padronizar o método e o sistema acima;
3. Calcular o tempo em que uma pessoa treinada e qualificada, em seu ritmo normal consegue realizar uma tarefa específica;
4. Treinar o funcionário no método escolhido.

O estudo de tempos e movimentos possui muitas técnicas, porém só serão explicadas neste texto as que foram utilizadas para este estudo.

2.4.1. Estudo de Micromovimentos

Esta é uma técnica que consiste de registrar e medir o tempo que uma pessoa gasta realizando uma determinada atividade com a finalidade de se encontrar o melhor método de se executar uma tarefa e treinar as pessoas com o novo método (Barnes, 1977). O registro pode ser realizado através de um relógio para cronometrar a duração de cada atividade da tarefa ou pode-se usar uma filmadora.

O procedimento no caso do uso do relógio consiste em marcar a duração de cada atividade da tarefa e depois avaliar que movimentos podem ter seu tempo reduzido ou mesmo a eliminação dele e desenvolver o melhor método. No caso do uso da filmadora, deve-se filmar a operação em estudo, analisar o filme quadro a quadro, registrar os resultados e desenvolver o método. A vantagem da filmagem é porque além de ser mais precisa, ela possibilita exibir o filme para os funcionários para que eles possam enxergar seus erros e divergências entre os métodos dos outros funcionários.

No estudo dos micromovimentos devem-se tomar alguns cuidados: o registro deve ser feito por amostragem de trabalhador caso a empresa possua muitos funcionários, fazer mais de um registro em horários e dias diferentes, pois problemas externos (problemas de saúde e domésticos do funcionário, problemas no processo de fabricação, manutenção de equipamento, etc.) podem afetar o resultado do registro e quando se usar filmadora tomar a precaução do trabalhador não se sentir constrangido ou incomodado, pois isso pode afetar o seu ritmo de trabalho, se possível esconder a filmadora é uma boa solução.

2.5. Linha de Envase

A linha de envase é uma linha de produção especializada em inserir o produto produzido em uma etapa anterior do processo de fabricação num recipiente, que será o produto final para o consumidor, este depois deverá ser embalado em sua unidade logística e por fim é paletizado para posterior armazenagem no depósito.

Uma linha de envase é capaz de envasar gases, líquidos e massas com consistência baixa como massa corrida, margarinas e manteigas e alguns cosméticos. Na etapa de envase não ocorre nenhuma transformação física nem química do produto sendo apenas uma fase de 'embalamento'. Devido a pouca precisão na viscosidade do produto entre lotes, afetando no fluxo envasado, o estágio de envase se torna o maior

gargalo. O envase de líquidos está presente nos seguintes segmentos: farmacêutico, químico, alimentícios, cosméticos.

Neste trabalho, será focado apenas o envase de líquidos em empresas do setor químico, em alguns momentos serão citados, apenas como exemplos, casos em outros segmentos.

Abaixo serão explicados os principais equipamentos e etapas de uma linha de envase:

1. Mesa alimentadora: Consiste de uma mesa composta por um conjunto de esteiras ou um disco rotatório que alimentam a linha de envase (figura 2.5). O tamanho da mesa é essencial para se determinar um estoque intermediário com embalagens vazias suficientes para não parar a máquina. Uma mesa grande demais pode se tornar ociosa (a capacidade de enchimento é menor do que a alimentação de embalagens vazias), perder em espaço físico e aumentar o custo de aquisição do equipamento.
2. Etiquetador ou rotulador: É um equipamento que coloca etiquetas que contém a validade, o lote, o código de barras na embalagem do produto (figura 2.6). No caso do rotulador, ele coloca o rótulo do produto. Ambos possuem um posicionador que através de um detalhe na embalagem (uma saliência, cavidade), a etiqueta ou rótulo colam na posição correta. O posicionamento dele na linha é, de preferência, antes da envasadora. Uma vez que a embalagem esteja vazia, usa-se menos força para posicioná-la corretamente para receber a etiqueta (ou seja, um motor com potência reduzida – menor consumo de energia).



Figura 2.5. – Mesa alimentadora
Fonte: Erli Máquinas (2006)



Figura 2.6. – Etiquetador
Fonte: Prodismaq (2006)

3. Envasadora: É o principal equipamento da linha, composta por uma cuba que armazena certa quantidade de líquido para dar pressão ao bico de envase, uma bomba que aumenta o fluxo do líquido envasado e os bicos de envase. No caso de líquidos inflamáveis, a envasadora deve ter sua parte elétrica blindada e a máquina deve estar aterrada. Os tipos de envasadoras mais utilizados são do tipo volumétrico (figura 2.7) onde a quantidade de líquido envasado é medida através do volume a ser preenchido e é regulado através do recuo do pistão dos bicos e do tipo gravimétrico (figura 2.8) o enchimento é através da gravidade e a regulagem é feita com célula de carga ou balanças que servem de contra peso parando o enchimento quando a embalagem atinge o peso determinado.
4. Colocador de Tampas e Tampador: É um equipamento que posiciona e coloca a tampa na embalagem depois de ter sido enchida e fecha a embalagem. As tampas podem simplesmente cair após a embalagem passar por um sensor ou fim de curso ou uma ventosa pode colocar a tampa no local e momento correto. As tampas se fecham através de um sistema de rolos posicionados na altura máxima da embalagem que com a própria tração da esteira da envasadora, a tampa é pressionada até ser fechada.

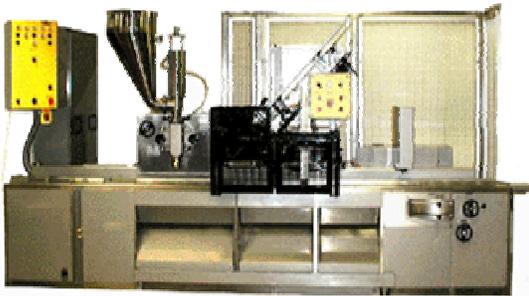


Figura 2.7. – Envasadora Volumétrica

Fonte: DeVree (2006)



Figura 2.8. – Envasadora Gravimétrica

Fonte: Serac Group (2006)

5. Seladora e Empacotador: Esses equipamentos são responsáveis por formar a unidade logística de transporte ou seja é a forma como o produto é transportado e armazenado. O selamento consiste em envolver o produto com filme plástico para proteger o produto das intempéries (figura 2.9). O selamento pode ser feito a vácuo, no entanto o filme é menos espesso. Ou através de calor, o pacote (formado por certo número de produto acabado) envolvido no filme passa através de um túnel aquecido onde o plástico sofre uma contração ficando extremamente rígido deixando o pacote apertado. Para este tipo, usa-se um plástico mais espesso. O empacotador embala o produto em caixas de papelão (o papelão fornece uma proteção contra o choque) sendo uma opção ao uso de filme plástico. Cabe a cada empresa verificar o que é mais rentável e valorizado pelo seu mercado, o desenvolvimento de uma embalagem (uso de filme plástico) ou uma unidade de transporte logístico (uso de caixa de papelão) mais resistente.
6. Paletizador: É o equipamento responsável pela a arrumação dos pacotes ou caixas no palete, colocando uma folha de papelão entre algumas camadas para evitar que os pacotes fiquem deslizando durante o transporte. (figura 2.10).



Figura 2.9. – Seladora

Fonte: Maquinapack (2006)



Figura 2.10. - Paletizador

Fonte: Prodismaq (2006)

Quaisquer umas dessas máquinas citadas acima podem ser manuais, semi-automáticas e completamente automáticas. Uma linha, como mostrada na figura 2.11, pode ter de uma a quatro pessoas operado-a, irá depender do grau de automação do equipamento. Essa decisão irá depender se a indústria possui uma demanda suficiente grande que compense investir em automação para aumentar a produtividade, já que o

investimento tem um custo alto e se o volume de produção não for grande o retorno do capital investido pode ser muito demorado causando problemas ao caixa da empresa.

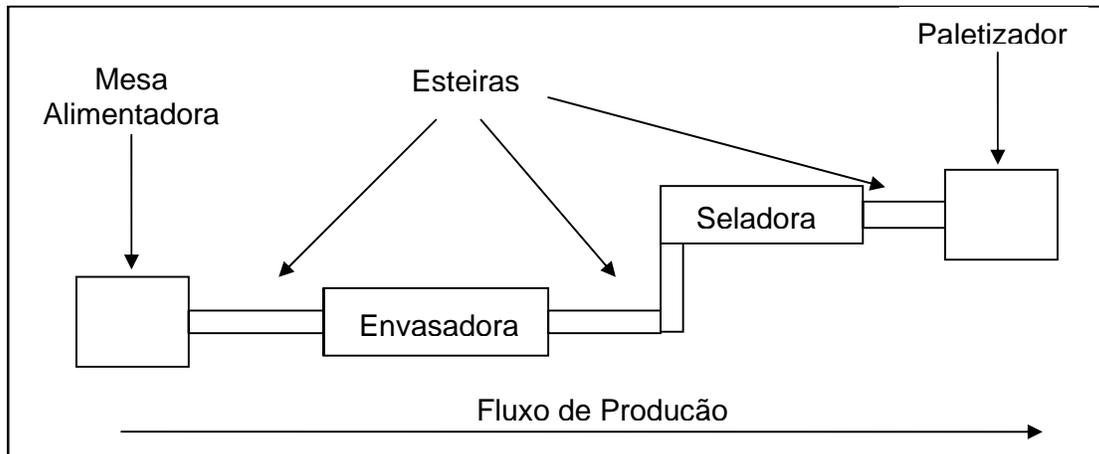


Figura 2.11. – Layout de uma linha de envase.

Fonte: Autor

2.6. Setup em uma Linha de Envase

A duração do *setup* em uma linha de envase vai depender do tipo de líquido que a empresa produz e se há diferença entre lotes. Em média, um *setup* pode demorar de quinze minutos até duas horas aproximadamente, caso o lote seguinte a ser envasado seja idêntico ao anterior (em cor, odor, sabor e tipo de embalagem) as mudanças serão poucas. Porém, se o lote que será iniciado for completamente diferente, as operações de preparação podem levar mais tempo do que o próprio envase do lote. Abaixo serão explicadas as possíveis situações para um *setup* em uma linha de envase:

1. Situação 1 - Lotes consecutivos são do mesmo produto e na mesma embalagem:

Nesse caso não será preciso lavar a cuba, os bicos, a bomba e a mangueira. O posicionador do etiquetador não precisará ser trocado e as guias das esteiras não precisarão serem reguladas (mesma embalagem). As operações se resumirão em acoplar a mangueira ao próximo tanque, limpeza de filtros, trocar o rolo de etiquetas, trazer bobinas com filme para seladora e alimentar o paletizador.

Todas essas operações podem ocorrer em paralelo umas com as outras minimizando a duração do *setup* para quase quinze minutos.

2. Situação 2 – Lotes consecutivos são de produtos diferentes mas na mesma embalagem: Os produtos se diferem pela sua cor (tintas), odor (perfumes) e sabor (alimentos), qualquer vestígio do lote anterior poderá contaminar o atual pondo em risco a qualidade do produto e o lote contaminado poderá ser descartado ou sofrer retrabalho. Por isso, uma limpeza minuciosa de todo o equipamento (bombas, mangueiras, filtros, cuba, bicos) deve ser feita utilizando o solvente correto (água, aguarrás, diluente) na remoção das impurezas. O resíduo gerado da lavagem é descartado ou reprocessado. As etapas serão: a limpeza do equipamento, descarte do resíduo e todas as outras citadas no tópico acima.
3. Situação 3 – Lotes consecutivos são do mesmo produto mas em embalagens diferentes: Nesse caso, como na situação 1, não será preciso fazer a lavagem de todo o equipamento, entretanto será preciso fazer ajustes em toda a linha para receber o outro tipo de embalagem. As esteiras terão de ter suas guias ajustadas para que as embalagens fiquem centralizadas, impedido que elas travem a esteira, o etiquetador tem que ter o seu posicionador trocado ou adaptado, a envasadora deve ter altura dos bicos regulada, o colocador de tampas deve ter o suporte de tampas ajustado e sua altura regulada, o tampador também sofre ajuste na altura, a seladora pode ter a bobina de filme e o tabuleiro de papelão trocado por outros utilizados no outro tipo de embalagem e o paletizador deve ser configurado para a montagem da nova configuração do palete.
4. Situação 4 – Lotes consecutivos são de produtos e embalagens diferentes: Essa é a pior situação para uma linha de envase, uma vez que ela une o pior da situação 2 e 3, ou seja, a limpeza e os ajustes nos equipamentos. Se a equipe que for executar este *setup* não souber dividir as tarefas de forma uniforme minimizando o tempo de cada etapa, a linha de envase poderá ficar parada por um bom tempo.

A programação da produção deve ser bem planejada para minimizar os *setups* da situação 4. A não ser por uma urgência no pedido ou uma produção especial (pedido exclusivo para um determinado cliente) de um lote é admissível à ocorrência deste tipo de *setup*. Cabe ao programador do PCP (Planejamento e Controle da Produção) estar

alinhado com a equipe de supervisão da produção para evitar a concentração dos gargalos em um determinado período e também não deixar os níveis de estoque de produto acabado muito baixo.

2.7. Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram abordadas as principais teorias que deram fundamento a este projeto. A aplicação prática dos conceitos abordados será vista no capítulo quatro onde será discutida toda a metodologia utilizada no trabalho.

Este capítulo iniciou com uma explicação sobre um sistema produtivo e suas características como os tipos de sistema produtivos e suas medidas de desempenho utilizadas neste trabalho (produtividade, eficácia geral de equipamento e *lead time*). Abordou sobre o que é *setup* e seus tipos e a forma de como os identificar e reduzi-los.

O capítulo também apresentou ferramentas que ajudam a manter a qualidade do trabalho como a melhoria contínua e o ciclo *PDCA*, comentou sobre estudo de tempo e movimentos e a técnica utilizada para descrever tarefas de trabalho.

Foram apresentadas também explicações sobre o que é uma linha de envase, quais são seus principais equipamentos, a descrição do funcionamento de cada um deles, os tipos de *setups* que uma linha de envase pode ter desde o mais rápido onde só tem uma simples troca de tanques e ajustes pequenos no equipamento, até o mais demorado onde são trocadas matrizes, adaptações no equipamento dever ser feitas e uma limpeza minuciosa de todo o maquinário é realizada para não ter contaminação de produto.

Lembrando novamente que as máquinas e os tipos de *setups* descritos acima são para os líquidos do tipo bebidas, tintas e vernizes, cosméticos, perfumes e material de limpeza. Podem existir algumas variações nas linhas de envase destes produtos, mas esse projeto considerou apenas os aspectos gerais deles.

3. ANÁLISE DA REDUÇÃO DO SETUP EM UMA LINHA DE ENVASE

Neste capítulo será abordada a metodologia adotada para a realização deste trabalho e a comprovação das melhorias com a redução de *setup*. Será dada também uma descrição da empresa utilizada para a realização deste projeto e o mercado em que ela atua.

3.1. Metodologia de Análise da Redução de *Setup*

A metodologia segue os passos do Ciclo *PDCA*. No *Plan (P)* se planeja como será feita a coleta de dados, ou seja, escolha do dia, o turno a linha que será realizada. No *Do (D)* é feito o levantamento de dados e sua posterior análise. No *Check (C)* são verificadas se as melhorias apontadas na etapa anterior são viáveis. No *Action (A)* é implementado o plano de ação criado a partir dos pontos de melhorias apontados na etapa do *Do*. Ao fim de um ciclo, um novo ciclo é realizado com as melhorias incorporadas, ou seja, um novo levantamento de dados é realizado, com uma nova análise e um novo plano de ação com outras melhorias incorporadas ou mesmo com a eliminação de alguma melhoria anterior que na prática não se tornou funcional.

3.1.1. Levantamento de Dados

O estudo se inicia com a preparação de uma planilha que será utilizada para fazer o estudo do *setup* para a linha de envase (tabela 3.1). A planilha é composta por sete colunas que são preenchidas de acordo com a descrição das etapas. Abaixo, segue a descrição de cada coluna:

- Etapa: Indica a posição da tarefa na seqüência de realização do *setup*;
- Descrição: Descreve como a tarefa é realizada pelo funcionário. A descrição deve ser clara e objetiva para que não surjam dúvidas na análise dos dados;
- Pessoa: Indica quem executou a tarefa. Essa coluna é importante para saber como as atividades são divididas entre a equipe, pois caso haja um acúmulo de tarefas para um mesmo funcionário elas devem ser redistribuídas para os demais;

- Duração: Indica quanto tempo à tarefa levou para ser realizada. Para esse registro é importante utilizar um cronômetro para ser preciso na medição uma vez que é o tempo que irá dizer se o *setup* da linha está fora do ideal de até dez minutos;
- Distância: Contabiliza quanto o funcionário andou pra realizar a tarefa. Para auxiliar na medição, devem-se fazer marcações no piso ao redor da linha de envase com distâncias conhecidas, por exemplo 1m entra as linhas. Esse registro é importante para reduzir o esforço do funcionário e reduzir as perdas com movimentação e transporte.
- Tipo de Perdas: Baseando-se no modelo das sete perdas descrito capítulo 2 (Troca Rápida de Ferramenta), nesta coluna identificam-se e classificam-nas as perdas que ocorrem na execução da tarefa.
- Ferramenta: Descreve a ferramenta usada na tarefa.
- Observações: É o espaço reservado para alguma anotação extra que sirva para análise futura dos dados coletados.

Tabela 3.1.Tabela de coleta de dados.

Etapa	Descrição	Pessoa	Duração	Distância	Perda	Ferramenta	Observação
1							
2							
n							

Fonte: Indústria estudada.

Com a tabela em mãos, deve-se escolher a linha de envase que será feita o estudo, escolher o turno que dever ser realizado e em que horário será realizado. É importante que seja feita a coleta nos outros turnos em horários diferentes uma vez que cada turno possui uma equipe diferente que realiza o *setup* de uma forma diferente da outra e a realização em horários diferentes é devido ao ritmo de trabalho do funcionário variar ao longo do dia.

Uma filmadora deve ser posicionada próximo à linha mas com o cuidado de não interferir na execução das tarefas nem o ritmo de trabalho dos funcionários, um pessoa

fica responsável por anotar as etapas na tabela e controlar o cronômetro e outra por operar a filmadora. Caso a linha possua muita gente operando, é necessária mais de uma pessoa para anotar os dados na tabela (no máximo são dois funcionários para cada um pessoa anotando). Para cada funcionário estudado, deve-se ter uma tabela.

3.1.2. Análise dos Dados

Após ter coletado os dados, o passo seguinte é fazer a sua análise (baseado nos objetivos da TRF):

1. Organizar as tabelas verificando que etapas são realizadas em paralelo para que na duração total do *setup* não haja tempo contado mais de uma vez. É feito um levantamento de tempo total que cada funcionário leva na realização do *setup* para avaliar a distribuição de função na equipe;
2. Identificar dentro das etapas descritas, qual é *setup* interno e externo procurando transformar tudo o que for interno em externo;
3. Eliminar as possíveis perdas (movimentação, transporte, estoque, etc.) que existam;
4. Avaliar as ferramentas que são utilizadas (se possui um uso correto) e a possibilidade de inserir outras ferramentas;
5. Fazer um estudo de risco para cada atividade anotada;
6. Padronizar o método que cada equipe realiza as operações;
7. Substituir engates rosqueados, matrizes prezas por parafuso por engates rápidos, grampos funcionais;
8. Avaliar a possibilidade de mecanizar alguma tarefa;
9. Avaliar o *layout* da linha de envase e o local em que ela se encontra;
10. Refazer a tabela porém agora do *setup* ideal, ou seja, eliminando etapas desnecessárias e as possíveis perdas, usando um método padronizado, ferramentas certas. Essa tabela deverá ter a duração e a distância reduzida em relação ao *setup* real.

Após ter elaborado essa análise tendo em mãos as duas tabelas, uma comissão que irá avaliar o estudo e montar o plano de ação é formada pela alta direção. Ela possui representantes da Manutenção responsáveis por alterações nas máquinas e ferramentas,

da Engenharia que serão responsáveis por mudanças no *layout* da linha, da Segurança que irão avaliar os riscos das soluções propostas, da Produção (incluindo operadores) que irão avaliar as alterações do processo e da Qualidade que garantirão as alterações nos procedimentos de qualidades.

A comissão se responsabiliza por criar uma solução para cada ponto de melhoria levantado na tabela de *setup* ideal, em verificar a viabilidade tanto econômica como a operacional pois podem existir alguns impedimentos complexos e imprevisíveis (por exemplo, alteração na composição do produto ou possível falta de energia na rede elétrica), determinar os responsáveis pelo cumprimento da ação e um prazo que não deve ser superior a três meses (pois é quando um novo ciclo deve ser iniciado). As decisões são tomadas em consenso pelos membros da comissão e mediadas pela alta direção que também se responsabiliza pelo cumprimento dos prazos.

No próximo tópico será apresentada a aplicação da metodologia de análise de redução de *setup* em uma empresa de tintas e vernizes da região.

3.2. Estudo de Caso – Empresa do Setor de Tintas e Vernizes

Inicialmente será descrita a empresa onde o estudo foi aplicado e o mercado em que ela atua. E depois será mostrado qual era a situação da produção antes do estudo e posteriormente, qual foi resultado tanto das medidas da produção como também das linhas de envase.

3.2.1. Descrição da empresa estudada e do mercado

A empresa em que foi realizado este trabalho foi uma fábrica de tintas e vernizes para a linha imobiliária. Ela é líder em vendas no Nordeste e a segunda em vendas no Brasil. Pertencente a um grupo estrangeiro que é o um dos maiores do mundo em vendas de tintas no setor imobiliário.

Com um volume de produção de aproximadamente 150 milhões de litros/ano, possui um leque de 1.500 produtos comercializados atendendo a todos os estado do país e exportando para 20 países, localizados na América do Sul, Caribe, África, Oceania e Oriente Médio.

Segundo a Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), a tinta é uma preparação na forma líquida cuja finalidade é a de revestir certa superfície ou

substrato para conferir beleza e proteção. Quando essa tinta não contém pigmentos, ela é chamada de verniz. Por ter pigmentos, a tinta cobre o substrato enquanto o verniz deixa transparente. A tinta é composta por resinas responsáveis por aglomerar os pigmentos que são responsáveis pela cor e o brilho e outras características da tinta, aditivos ingredientes utilizados para facilitar o processo de fabricação e conferir alguns efeitos especiais e o solvente responsável pela diluição da tinta.

Sobre o mercado tintas nacional, o Brasil está entre os cinco maiores mercados mundiais de tintas. Ele é constituído por grandes empresas multinacionais, empresas de médio porte (boa parte sendo familiar), e pequenas empresas atendendo mercados específicos. Possuindo aproximadamente 300 fabricantes distribuídos no país, o mercado emprega diretamente cerca de 16 mil pessoas, movimentando um faturamento perto dos 1,5 bilhões de dólares/ano. O setor se divide em: tinta imobiliária (responsável pela maior percentagem), linha automotiva, tinta para indústria em geral e repintura automotiva.

3.2.2. Situação inicial da produção

A fábrica possuía seis linhas de envase sendo uma de massa corrida, duas de tintas base sintética e três de tintas base água. Este estudo se concentrou apenas nas três linhas base água. Abaixo uma descrição das três linhas selecionadas:

1. Linha 1: Exclusiva para o envase de embalagem de 18 L, é responsável por 45 % do volume de produção mensal da empresa. A linha é composta por uma envasadora de três bicos do tipo gravimétrica, um etiquetador e um colocador de tampas automáticas e um paletizador, mas não possui uma seladora nem mesa alimentadora. A linha é operada por duas pessoas: uma colocando embalagem vazia e envasando e outra paletizando. A produtividade média num turno de produção de oito horas é de 1.050 Litros/hora. Homem, o *O.E.E.* da máquina é de 53 % e o tempo médio de envase três horas (considerando um lote médio de 10.000 L).
2. Linha 2: Permite o envase de embalagens de 3,6 L, 2,4 L e 0,9L e é responsável por 10 % do volume de produção mensal da empresa. A linha é composta por uma envasadora gravimétrica automática de seis bicos, uma mesa alimentadora, um etiquetador e um colocador de tampas automáticas, uma seladora e a

paletização é feita manualmente. A equipe que opera é composta por quatro pessoas: uma pessoa coloca embalagem vazia, outra operando a envasadora, outra opera a seladora e a última forma o palete. A produtividade média em um turno é de 469 Litros / hora x Homem, o *O.E.E.* da máquina é de 45 % e o tempo médio de envase é de quatro horas e meia (considerando um lote médio de 10.000 L). É uma linha exclusiva para o envase de brancos.

3. Linha 3: Também permite o envase de embalagens de 3,6 L , 2,4 L e 0,9L e é responsável por 18 % do volume de produção mensal da empresa. A composição da linha é de um etiquetador automática, uma envasadora volumétrica de dois bicos, uma seladora e a paletização é manual. A equipe é a mesma que opera a linha 2 se mantendo nas mesmas funções, ou seja, quando uma destas linhas está funcionando a outra está parada. A produtividade média em um turno é a mesma da linha 2, o *O.E.E.* é de 48 % é o tempo médio de envase é de quatro horas (considerando um lote médio de 10.000 L). É a linha mais antiga das três e envasa tintas coloridas.

As linhas possuem o mesmo *layout* (paralelas entre si), porém estão a uma distância de doze metros umas das outras. Cada uma possui um *setup* próprio, com tempos diferentes de execução. A equipe da linha 2 é a mesma que opera a linha 3. Não se respeitava à seqüência de cor, dava-se preferência aos produtos com viscosidade mais baixa pois têm uma melhor vazão nos bicos de envase nem a quantidade mínima que o equipamento poderia fazer, atendia-se a necessidade que o estoque precisava independente da quantidade.

No próximo item será explicado como é realizado o *setup* de cada linha e como a metodologia foi aplicada.

3.2.3. Aplicação da metodologia proposta

A primeira linha de envase escolhida para o início do estudo foi a linha 1, a escolha se deu pelo fato dela ser responsável por uma parte significativa do volume total e também por ser a linha mais simples entre as três. Após o levantamento de dados, verificou-se que o tempo gasto com *setup* varia entre 20 minutos à 1 hora e 20 minutos (considerando o tempo mínimo para a situação 1 e o máximo para a situação 2, ambas

descritas no capítulo anterior) sendo às vezes maior que tempo usado para envasar um lote. Todos os *setups* verificados eram do tipo interno.

As principais atividades (as que levam mais tempo) do *setup* da linha 1 estão descritas abaixo:

- Desacoplamento da mangueira da válvula do tanque envasado e acoplar no próximo a ser iniciado: é uma atividade que leva entre 10 a 20 minutos por causa do peso da mangueira (20 kg), da distância entre as válvulas dos tanques (aproximadamente 2m), da dificuldade de movimentar a bomba onde a mangueira está acoplada e da dificuldade em engatar a mangueira com a válvula pois o engate é rosqueado e, para isso, usa-se uma chave inglesa de 3” (10 kg). A tarefa é realizada por duas pessoas e percorrendo uma distância entre 2m a 20m.
- Lavagem dos bicos: a lavagem dos bicos de envase é feita utilizando um tubo aço carbono de 1,5 m de comprimento que despeja a água resultante da lavagem em um tacho que será reaproveitado no processo de fabricação. Os bicos são lavados um por vez e é preciso duas pessoas para realizar a tarefa. Gasta-se um tempo de 15 a 40 minutos uma vez que é preciso lavar também o reservatório que alimenta os bicos (capacidade de 200 L) e também irá depender do produto que foi envasado pois se tiver uma cor forte ou se tiver muita resina (substância elástica que seca nos bicos) se gastará mais tempo.
- Espera de embalagem vazia: perde-se quase 30 minutos esperando que a empilhadeira traga um palete com embalagens vazias. As embalagens ficam em um depósito a 60 m de distância.
- Ajuste da envasadora: o único ajuste que a máquina recebe é regulagem do bico para encher a lata como peso certo daquele lote. O ajuste é feito determinando com contrapesos o peso que se quer na célula de carga. Leva-se de 5 a 10 minutos.

A linha 3 foi a segunda a ser estudada devido ao mix de produtos que ela faz junto com o percentual de produção que ela é responsável. Por ser uma linha antiga e não ter muita precisão, o seu *setup* varia de 20 minutos à 1 hora e 40 minutos (considerando a situação 1 para o caso mínimo e a situação 4 para o tempo máximo). Diferente da linha 1, ela possui tanto *setup* interno como externo. Abaixo, os principais *setup* são descritos:

- Desacoplamento da mangueira da válvula do tanque envasado e acoplar no próximo a ser iniciado: é a mesma situação descrita para a linha 1.
- Lavagem dos bicos: a lavagem é feita de forma semelhante à linha 1 a diferença está na quantidade de bicos que nesta máquina são apenas dois. O tempo gasto é de 10 minutos uma vez que a capacidade de seu reservatório é de 30 L. Duas pessoas realizam a tarefa.
- Espera de embalagem vazia: a mesma situação descrita para linha 1.
- Preparação para uma embalagem diferente do lote envasado: leva quase 30 minutos a preparação de toda a linha, é preciso trocar as matrizes do etiquetador, regular a abertura das guias das esteiras, regular altura do caidor de tampas e do tampador. Por ser uma envasadora volumétrica, a regulagem da vazão dos bicos para uma embalagem menor que 3,6 L não tem precisão fazendo com que o produto saia com o peso abaixo ou acima do aceitável, por isso, anula-se um dos bicos dando vazão total ao remanescente. Ajusta-se também a altura do bico. É realizado pelas três pessoas simultaneamente.
- Alimentar a seladora: abastecer a seladora com um novo rolo de filme plástico, leva-se quase 10 minutos devido à distância do depósito onde eles se encontram (15 m). A seladora utiliza dois rolos de bobina por lote. É feita por duas pessoas.
- Ajuste do bico de envase: a regulagem é feita através de um temporizador que regula o tempo de abertura dos bicos e da válvula de ar comprimido que regular a pressão de cada bico. Esse *setup* é o único externo, leva quase 15 minutos e só é feita por operadores experientes. Durante esta regulagem o ritmo da máquina fica abaixo do padrão.

A linha 2 foi a última a ser estudada. É a linha mais nova das três e a única em que a envasadora é automática. Tem capacidade para realizar o mesmo volume e mix que a linha 3, mas devido à quantidade de bicos leva mais tempo para ser limpa. O seu *setup* varia de 10 minutos à 1 hora (considerando o mínimo para situação 1 e o máximo para situação 2). Abaixo a descrição de pontos mais importantes do *setup* da linha:

- Desacoplamento da mangueira da válvula do tanque envasado e acoplar no próximo a ser iniciado: é a mesma situação descrita nas outras duas linhas.

- Lavagem dos bicos: Por possui seis bicos, por se usar a mesma ferramenta das outras linhas e os bicos serem lavados individualmente e a máquina possui um reservatório com capacidade de 80L, a lavagem leva 20 minutos para ser concluída e é realizada por duas pessoas.
- Espera por embalagens vazias: é a mesma situação descrita anteriormente nas outras linhas.
- Alimentar a seladora: a mesma dificuldade relatada na linha 3.
- Preparação para uma embalagem diferente do lote envasado: a diferença em relação à linha 3 está na envasadora. Não é necessário anular nenhum bico porque a máquina é do tipo gravimétrica e a precisão se mantém para qualquer tipo de embalagem. Os bicos têm a altura regulada através de um conjunto de polias que ajuda abaixa-los simultaneamente, porém há a dificuldade da força aplicada no dispositivo que é muito grande. Leva-se 45 minutos para regular toda a linha com a ajuda de duas pessoas. Não são necessárias pessoas experientes para realizar estes ajustes.
- Ajuste dos bicos de envase: por ser uma máquina gravimétrica, ela possui um ajuste semelhante à linha , é preciso apenas ajustar os contrapesos das células de carga de cada bico. Uma única pessoa é capaz de ajustá-la levando um tempo apenas de 8 minutos.

O estudo de cada linha foi analisado separadamente por uma comissão e um plano de ação foi traçado separadamente para as linhas. Os pontos em comum exigiram maior atenção visto que a solução deles resultaria em melhoria para todas as linhas. As ações levaram seis meses para serem implantadas e tiveram soluções simples e de baixo custo.

3.2.4. Soluções encontradas e resultados

Abaixo serão expostas as soluções comuns e em seguida, as soluções de cada linha.

Soluções comuns:

- Desacoplamento da mangueira da válvula do tanque envasado e acoplar no próximo a ser iniciado: foi construída uma plataforma em U entre as linhas que

centralizou todas as tubulações que saíam dos tanques, agora as tubulações estão a uma distância de 15cm uma da outra. Os engates rosqueados foram substituídos por engates rápido do tipo mola-trava representado anteriormente na figura 2.2. As bombas que antes ficavam em carrinhos que tinham que ser movimentados juntos com as mangueiras passaram a ser fixas na plataforma e o chão que ficava todo sujo com respingos de tinta da movimentação das mangueiras passou a ficar limpo e a sujeira ficou toda concentrada na plataforma. O tempo de execução da tarefa ficou reduzido há apenas 3 minutos e a distância percorrida são no máximo 4m e apenas uma pessoa é capaz de realizar a tarefa. Houve também uma melhora na condição de trabalho do funcionário já que ele faz menos movimentação e esforço.

- Espera por embalagens vazias: criou-se uma área próxima às envasadoras destinadas a armazenar todas as embalagens que iriam ser utilizadas no turno. Os paletes não são empilhados para permitir que os funcionários da linha com uma paleteira consigam trazer as embalagens sem a ajuda da empilhadeira. A distância foi reduzida para 10m e o tempo de espera não passa de 1 minuto.
- Adoção do lote mínimo: para evitar um tempo de operação menor do que o tempo de *setup*, adotou-se um lote mínimo para cada linha com uma quantidade que permita a máquina passa mais tempo envasando do que realizando *setup*.
- Programação baseado na seqüência gradativa de cor: segue-se uma seqüência baseando-se na cor do produto para reduzir o tempo gasto com a lavagem dos bicos e do reservatório, respeitando a necessidade do estoque.
- Desativação da linha 3: após o estudo, verificou-se que o tempo perdido em *setup* era maior do que o tempo de operação, o *setup* era difícil de ser realizado, não era rentável investir em um equipamento que não tinha precisão no peso da embalagem e o custo de manutenção da linha era muito alto. Verificou-se também que a linha 2 era capaz de assumir o volume e o mix produzido pela linha 3.

Soluções da linha 1:

- Lavagem dos bicos: desenvolveu-se uma bandeja que envolve os três bicos permitindo que eles sejam lavados simultaneamente. A bandeja feita de alumínio

substituiu o tubo de aço carbono. Houve uma redução no tempo de lavagem, agora ficou entre 7 minutos a 15 minutos e a operação agora é realizada apenas por uma pessoa.

- Espera por embalagens vazias: além da área criada para embalagens vazias, instalou-se uma mesa alimentadora automática que serve de estoque intermediário enquanto o funcionário traz mais embalagens. A capacidade da mesa é suficiente para não deixar a máquina parar. Essa tarefa foi transformada em *setup* externo.

Não houve melhoras para atividade de ajustes dos bicos de envase.

Soluções na linha 2:

- Lavagem dos bicos: a solução foi a mesma adotada na linha 1. O tempo passou a ser de 10 minutos e também passou a ser realizada por uma pessoa.
- Alimentar a seladora: aumentou-se o tamanho da bobina, permitindo que ela seja trocada apenas uma vez por dia. Houve apenas redução na movimentação.
- Espera por embalagens vazias: a solução foi a mesma adotada na linha 1, no entanto, a esteira foi posicionada de forma a ficar junto à esteira da linha 1 para que a pessoa que estiver alimentando-a também alimente a linha 2, com isso a equipe passou a ser composta por três pessoas.
- Preparação para uma embalagem diferente do lote envasado: todos os ajustes de altura (bicos de envase, tampador, colocador de tampas e envasadora) que eram feitos manualmente através de parafuso e polias passaram a ser feito por acionamento pneumático, pistões colocados na estrutura eliminaram o esforço e reduziram o tempo gasto. Os guias e as matrizes, que eram parafusados, receberam pinos lisos no lugar de parafusos uma vez que eles só precisavam resistir a forças horizontais e não verticais. Apenas duas pessoas são capazes de realizar esta tarefa em um tempo de 15 minutos.

A operação de ajustes nos bicos de envase não sofreu alteração.

As melhorias nas medidas de produção e no tempo de *setup* de cada linha estão mostradas na tabela 3.2., com o comparativo do antes do depois.

Tabela 3.2. Comparativo de resultados

	Linha 1		Linha 2	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Tempo de setup	20 a 80 min	10 a 20 min	10 a 60 min	5 a 40 min
Produtividade	1.050 L / h.H	1.190 L / h.H	469 L / h.H	625 L / h.H
O.E.E	53%	58%	45%	51%
Tempo de envase	3 h	2,75h	4,5 h	4 h

Fonte: Empresa estudada

Depois de terminado o prazo das implantações das melhorias e dos treinamentos sobre os novos métodos inseridos, um novo ciclo *PDCA* deve ser iniciado utilizando esse cenário atual apresentado acima buscando novas melhorias e possíveis problemas causados pela nova configuração.

3.3. Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram apresentadas a metodologia, a aplicação prática da teoria mostrada nos capítulos anteriores e os resultados da aplicação do estudo em uma empresa da região. Mostrou-se também que algumas das soluções apresentadas foram de simples realização sem muita sofisticação nem grandes investimentos.

Foi abordada também uma breve apresentação da empresa em que aconteceram os estudos deste trabalho, mostrando um perfil mercado em que atua e um pouco sobre o produto que ela fabrica.

4. CONCLUSÃO

O desafio de tentar mudar uma linha de produção possui muitas barreiras, porém os impedimentos são mais psicológicos do que físicos. Tentar introduzir conceitos, mesmo que antigos como é o caso da Troca Rápida de Ferramentas desenvolvidas por Shigeo Shingo em 1950, em mentes conservadoras constitui uma barreira que só pode ser superada com persistência da equipe e responsabilidade nos momentos de assumir o fracasso. Barreiras como à citada acima só puderam ser superadas com o total apoio da alta direção, que ajudou a financiar e derrubar mitos existentes na empresa.

Este estudo apresentou de um modo simples e com clareza como a utilização das ferramentas e conceitos exibidos no capítulo dois melhorou na prática os indicadores de produção de uma indústria de tintas e vernizes da região.

Ferramentas como o mapeamento do *setup* de uma linha de envase de líquidos, desenvolvida a partir do estudo de tempos e movimentos, descreveu todas as operações realizadas com detalhes sobre o tempo de execução, à distância percorrida, as ferramentas utilizadas, o risco de acidentes de cada tarefa e o que cada funcionário faz e permitiu aplicar os conceitos da TRF e dos princípios das Sete Perdas na redução do número de operações executadas em cada *setup*. Tudo isso no entanto só foi possível ser realizado através de um planejamento de todas as etapas com prazo e responsáveis pela execução, para isso usou-se o ciclo *PDCA*.

4.1. Limitações do trabalho e recomendações para trabalhos futuros

O estudo teve algumas limitações que impediram uma análise mais profunda de uma linha de envase. As barreiras encontradas estão descritas abaixo:

- Falta de bibliografia sobre linhas de envase que pudessem servir como embasamento científico;
- Pouca oportunidade de aplicar em outro tipo de líquidos que não fossem tintas e vernizes;
- Dificuldade de reunir periodicamente pessoas de diversas áreas para as reuniões de análise de dados;
- O estudo se limitou a quatro tipos de volume de embalagem: 18 L, 3,6 L, 2,4 L e 0,9 L;

- Pouca confiabilidade dos equipamentos estudados;
- A falta de uma política de manutenção na empresa, já que ocorriam quebras freqüentemente dos equipamentos o que diminuía a disponibilidade da linha afetando no índice do *O.E.E.*

Como recomendações para futuros trabalhos nessa área de redução de *setup* em linha de envase ficam as sugestões abaixo:

- Analisar as paradas, que não sejam *setup*, que ocorrem durante o envase;
- Verificar formas de aumentar a eficiência da vazão das envasadoras;
- Aplicar o estudo para envase de sólidos como massas, alimentos, argamassas, cimentos, etc.;
- Analisar o trabalho para uma linha de envase toda automatizada;
- Adotar uma política de manutenção que garanta a confiabilidade dos equipamentos impedido-os de quebrarem com tanta freqüência;
- Analisar o uso da TPM (Manutenção Produtiva Total) nas linhas de envase uma vez que o equipamento defeituoso pode reduzir sua performance ou mesmo deixá-lo parado;
- Analisar o estudo para o envase de tambores, bombonas e containeres.

Por fim, vale salientar que nem sempre um levantamento irá mostrar de início todas as falhas que a linha apresenta, talvez não apresentem nenhuma falha, no entanto, isso não é motivo para desistir de melhorar a linha. Talvez alguma tarefa deixou de ser analisada seja por falta de pessoas suficientes para observar a prática ou falta de ferramentas necessárias para o registro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE TINTAS. Disponível em <<http://www.abrafati.com>>. Acesso em 17 ago. 06
- BARNES, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e tempos: projeto e medida de trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- DEVREE – FILLING MACHINES. Disponível em <<http://www.devree.com>>. Acesso em 31 jul. 2006
- ERLI MÁQUINAS. Disponível em <<http://www.erli.com.br>>. Acesso em 30 jul. 2006
- FAZENDA, Jorge M. R.. Tintas e vernizes: ciência e tecnologia. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- MAQUINAPACK- MÁQUINAS PARA EMBALAGEM. Disponível em <<http://www.maquinapack.com.br/>>. Acesso em 31 jul. 2006
- MOREIRA, Daniel. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira Editora, 1998.
- OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da Qualidade: Teoria e Prática. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- PRODISMASQ. Disponível em <<http://www.prodismaq.com.br>>. Acesso em 30 jul. 2006
- SERAC GROUP. Disponível em <<http://www.serac-group.com>>. Acesso em 31 jul. 2006
- SHINGO, Shingeo. Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SHINGO, Shingeo. Sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia da produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, Nigel; Chambers, Stuart; Johnston, Robert. Administração da produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- TAYLOR, Frederick Winslow. Princípios de administração científica. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.