

# APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) EM UMA EMPRESA DE BEBIDAS

**Carlos Magno Cabral Padilha (UFC)**  
cmagno@norsa.com.br

**Marcos Ronaldo Albertin (UFC)**  
albertin@ufc.br

**Francisco Jerley Solon de Souza (UFC)**  
jerleys@hotmail.com

**Carlos Henrique Cunha de Castro (UFC)**  
carlosh.ccastro@gmail.com

**Leonia de oliveira Muniz Diogenes (UFC)**  
leoniadiogenes@gmail.com



*As indústrias de bebidas caracterizadas pela elevada diversificação de produtos enfrentam dificuldades de atender as expectativas de clientes, devido a um processo, muitas vezes, pouco flexível. A Troca Rápida de Ferramenta (TRF) traz a oportunidade delas trabalharem com baixos níveis de estoques, lotes pequenos de produção suficientes para atender a demanda do mercado. O objetivo deste trabalho é promover a TRF através da pesquisa-ação, desenvolvendo um método próprio e adaptado, baseado em revisões bibliográficas. Além de estimular um comportamento participativo que objetiva o aumento da eficiência da produção pelos colaboradores da empresa, os resultados apontam para uma redução do tempo de setup de 41,54% com baixo investimento. O método desenvolvido se mostrou eficaz e pode ser estendido nas demais linhas de envase, padronizando as etapas de setup.*

*Palavras-chaves: Troca Rápida de Ferramenta (TRF), SMED, tempo de setup*

## 1. Introdução

A competição é uma característica preponderante no cenário de globalização atual, onde as empresas buscam continuamente a satisfação de clientes através de melhorias nos produtos e nos processos produtivos, reduzindo perdas, de modo a se consolidarem em seus setores de atuação.

Segundo Deming (1992), as empresas devem criar uma cultura de constante e contínuo aperfeiçoamento dos processos de planejamento, produção e serviços, a fim de torná-las competitivas, com aumento da qualidade e da produtividade.

Dentro desse contexto, as indústrias engarrafadoras de bebidas, em específico as de refrigerantes, necessitam de muito tempo em suas trocas de sabores e embalagens, sendo esta a principal restrição para o aumento da produção, agravando-se pelo elevado número de produtos em seu portfólio. Isso acarreta uma grande quantidade de horas de produção perdidas durante o ano, que poderiam ser revertidas em produtos.

A presente pesquisa objetiva desenvolver e implantar uma metodologia de Sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) em uma linha de produção contínua de uma indústria engarrafamento de bebidas, possibilitando aumentar a sua produtividade, por meio da redução do tempo de *setup*.

## 2. Revisão bibliográfica

Shingo (2000) afirma que *setup* é tudo que antecede a uma operação, seja para sua preparação, regulagem, troca de ferramenta, dispositivo e outros. Em um processo industrial, também se podem definir os termos *setup* como sendo o tempo decorrido entre o final da produção de uma peça e o início da produção da próxima peça conforme, envolvendo nesta parcela de tempo toda a preparação para reiniciar o ciclo, ou seja, o tempo dispensado na preparação do equipamento para habilitá-lo ao reinício da atividade.

*Setup* interno refere-se às operações que só podem ser executadas quando a máquina estiver parada. Define-se *setup* externo como as operações que podem ser executadas enquanto a máquina está em funcionamento (SHINGO, 2000).

O sistema Troca Rápida de Ferramenta (TRF) ou *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi desenvolvido pelo japonês Shigeo Shingo na década de 50. O principal objetivo é alcançar um tempo inferior a 10 minutos no *setup* de máquinas. Isso ocorre com a eliminação dos desperdícios no *setup* em uma linha de produção ou posto de trabalho.

De acordo com Júnior, apud Costa (2010), a TRF constitui-se num método que permite reduzir os tempos de mudança de utensílios, de matérias ou de séries pela preparação antecipada da mudança de referência e pela sincronização e simplificação das tarefas. Desse modo, aumenta-se a disponibilidade dos equipamentos para a produção (LEÃO; SANTOS, 2009).

A seguir, são descritas algumas metodologias estudadas nesta pesquisa que serviram de base para o desenvolvimento e aplicação de um método de TRF na indústria de bebidas.

### 2.1 Metodologia Shingo

Segundo Shingo (2000), as melhorias plenas serão alcançadas após a realização de uma análise das operações de *setup* e da identificação dos seus quatro estágios conceituais. A partir da aplicação de técnicas efetivas em cada estágio, é possível reduzir drasticamente os tempos de *setup* e atingir melhorias significativas de produtividade. Os estágios são:

- i. Estágio inicial: as condições de *setup* interno e externo não se distinguem.

Nesta etapa, são analisados todos os procedimentos que ocorrem durante o processo produtivo, com objetivo de distinguir as operações que demandam *setup* interno e externo, o que pode causar um tempo ocioso das máquinas.

O estudo detalhado dessas etapas irá mostrar alternativas viáveis para a aplicação de melhorias nos exercícios de produção.

- ii. Estágio 1: Separando *setup* interno e externo.

Neste estágio, são classificados os processos produtivos da linha de produção em interno e externo. De acordo com Shingo (2000), esse é o passo mais importante para a implantação da TRF, pois são eliminados os tempos de parada de máquina desnecessários que serão convertidos em produtividade.

Se for realizado como uma análise científica detalhada a redução dos tempos, pode atingir 30% a 50%, por isso, esse estágio é o passaporte para a TRF.

- iii. Estágio 2: Convertendo *setup* interno e externo.

Nesta etapa, identificam-se oportunidades de melhorias. Segundo Shingo (2000), converter *setup* interno em externo envolve duas noções muito importantes:

- Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno;
- Encontrar meios para converter estes passos para *setup* externo.

Shingo (2000) aponta outros métodos que auxiliam na conversão dos *setups* interno em externos, como:

- a) Utilizar ferramentas pré-montadas, possibilitando que uma unidade completa seja fixada na máquina;
- b) Preparar antecipadamente as condições operacionais. As condições como temperatura e pressão frequentemente podem ser preparadas externamente, enquanto a máquina está trabalhando;
- c) Padronizar as funções e manter peças e ferramentas iguais ou padronizadas, para que possam ser utilizadas de uma operação para outra;
- d) Utilizar guias intermediários para que a fixação e o ajuste de ferramentas se tornem mais rápido e mais preciso.

- iv. Estágio 3: Racionalizando todos os aspectos da operação de *setup*.

Nesta fase, Shingo (2000) propõe a racionalização de todos os aspectos das operações de *setup*. Devem-se concentrar todos os esforços para atingir o objetivo da TRF com tempos de preparo menores que 10 minutos. Nesse intuito, é sugerido:

- a) Programar operações paralelas, evitando que uma pessoa que realiza trabalho na parte frontal e posterior da máquina desperdice movimentos contínuos ao caminhar ao redor do equipamento;
- b) Utilizar fixadores funcionais para prender objetos com o mínimo esforço possível;
- c) Eliminar os ajustes e corridas de teste, os quais normalmente somam 50% do tempo de *setup*.

## 2.2 Metodologia Mondem

Mondem, apud Pereira (2008), propõe uma metodologia baseada em quatro estratégias e seis técnicas de implantação. As estratégias possuem os mesmos objetivos da metodologia de Shingo. Na segunda etapa ocorre a eliminação de ajustes, responsável por 60% do tempo de *setup* interno, e a padronização das ferramentas. Em seguida, é objetivada a eliminação do processo de troca de ferramentas, por meio da intercambialidade entre peças. A última estratégia é a produção simultânea de peças.

As seis técnicas de implantação propostas por Modem (1983) são as seguintes:

- Padronização de função e conversão de *setup* interno em externo;
- Padronização de peças necessárias do equipamento;
- Utilização de fixadores rápidos;
- Utilização de ferramentas de fixação suplementar;
- Operações paralelas;
- Mecanização.

## 2.3 Metodologia Black

Black, apud Pereira (2008), propõe um método científico com base na análise de tempos e movimentos em relação às atividades de *setup*. A implantação da TRF não requer grandes investimentos, sendo sua estratégia dividida em sete etapas. Inicialmente, deve-se determinar o método existente, realizar estudo de tempos e movimentos em relação às atividades de *setup*. A segunda etapa compreende separar as atividades internas das externas, em seguida, fase três, é realizada a conversão de atividades internas em externas. O próximo passo é a redução ou extinção dos elementos internos. Os processos 5, 6 e 7, compreendem na aplicação da análise de métodos, treinamento e qualificação do operador e, finalmente, a eliminação de ajustes e abolição do *setup*, respectivamente.

## 2.4 Metodologia Harmon e Peterson

Harmon e Peterson, apud Pereira (2008), não formalizaram uma proposta metodológica, mas propõem uma classificação das operações de *setup* em três grupos: *Mainline* (principais), que correspondem ao *setup* interno; *off-line* (secundárias), onde congregam as operações de *setup* externo; desnecessárias, que definem as operações que não contribuem para a melhoria do *setup*, devendo ser eliminadas.

Outro aspecto importante é a eliminação do processo de tentativa e erro, através do uso de documentação de regulagens, revisões periódicas e calibrações dos dispositivos de controle e manutenção preventiva do equipamento, são ainda aspectos elencados pelos autores.

A Figura 1 compara as quatro metodologias descritas. Observa-se que as etapas são complementares e não concorrentes. Dependendo da aplicação, pode-se desenvolver uma metodologia própria mais adequada a uma aplicação desejada e as condições de trabalho de uma determinada empresa.

Metodologias	Shingo (2000)	Mondem (1984)	Black (1998)	Hammon e Peterson (1991)
Distinção das ações internas e externas	x	x	x	x
Converter <i>setup</i> interno em externo	x	x	x	
Eliminação de operações que não contribuem para a melhoria do <i>setup</i>	x	x	x	x
Eliminar os ajustes	x	x	x	x
Reduzir ou eliminar os elementos internos	x		x	
Abolir o próprio <i>setup</i>			x	
Mecanização	x	x		
Padronização de ferramentas		x	x	
Intercambialidade entre peças		x	x	
Produção simultânea		x		
Operações paralelas	x	x		

Figura 1: Comparativo entre as metodologias. Fonte: Autores

### 3. Metodologia de pesquisa

Com a finalidade de promover melhorias nos processos da empresa, através da implantação do projeto Excelência Operacional, promoveu-se um projeto voltado para a conversão e redução de *setup* baseado nas técnicas de TRF. Tal pesquisa foi desenvolvida utilizando a metodologia de pesquisa-ação, onde um dos autores participou diretamente do projeto como coordenador de uma equipe de TRF da empresa.

De acordo com Thiollent, apud Macke (2011), a pesquisa-ação é uma concepção de pesquisa e intervenção em determinados setores de atuação social junto aos atores significativos em processos de mudança.

Para o desenvolvimento do método de pesquisa, foram usadas as etapas de exploração, entendimento aprofundado do problema e análise dos resultados das ações implantadas. Para a

pesquisa, foram utilizadas as seguintes fases clássicas: Fase Exploratória; Fase de Pesquisa Principal, Fase de Ação e Fase de Avaliação.

Conforme Fogliatto & Fagundes (2003), a formação de equipe é um ponto de grande importância no projeto de implantação de metodologia para TRF. A equipe de implantação é responsável pela velocidade e pelo sucesso das ações no projeto de implantação. No caso desta pesquisa, a equipe foi formada levando-se em consideração os aspectos como conhecimento técnico e prático com o equipamento, liderança, senso de propriedade e habilidade com pessoas.

Na Fase Exploratória, onde os problemas são identificados e os planos são elaborados, foram levantados os dados referentes aos tempos e quantidades de *setups* realizados nas linhas. Para a escolha da linha, priorizou-se o maior tempo médio mensal de troca e o baixo nível de automação, uma vez que a condição do trabalho foi a melhoria da produtividade com baixo investimento. Nesta fase, a equipe pesquisou métodos de TRF e definiu as etapas de trabalho no projeto.

Segundo Thiollent (1997) e Macke (2011), a Fase de Pesquisa Principal é a etapa do planejamento da ação, considerando as ações como alternativas para resolver o problema. Nesta fase, foram tomados como base os dados colhidos na fase exploratória para fazer o levantamento dos pontos onde as melhorias serão desenvolvidas, sendo apresentadas e examinadas pela equipe, com a finalidade de transformar *setup* interno em externo e desenvolver melhorias que possibilitem a redução de tempo.

O passo seguinte foi colocar as melhorias efetivamente em prática, apresentando os futuros ganhos que estas irão propiciar. Portanto, fez-se necessário o treinamento de todos os funcionários envolvidos, para que as melhorias sejam implantadas com sucesso.

Segundo Krafta (2007), a Fase de Avaliação é a etapa da pesquisa-ação que apresenta dois objetivos principais: verificar os resultados das ações no contexto organizacional da pesquisa e suas consequências a curto e médio prazo e extrair ensinamentos que serão úteis para continuar a experiência e aplicá-la em estudos futuros. Desse modo, foram apresentados os resultados adquiridos através das ações de melhorias propostas no planejamento, relatando, em cada etapa, o procedimento de acordo com o novo processo de TRF, deixando-o à disposição para futuras implementações em outras linhas de produção.

## **4. Descrição do projeto de TRF**

### **4.1 Apresentação da empresa**

Este estudo foi realizado em uma indústria de bebidas fundada em 1998. Com 13 anos de existência, alcançou a liderança absoluta do mercado de refrigerantes, abrangendo uma área geográfica superior a 900 mil quilômetros quadrados (10% do território brasileiro). A empresa conta com mais de cinco mil funcionários e fornece refrigerantes, sucos, cervejas, chás, energéticos, hidrotônicos, isotônicos e águas, para cerca de 150 mil pontos-de-venda. Atualmente, apresenta 06 linhas de engarrafamento de bebidas, com projeto para instalar mais uma linha de retornável.

### **4.2 Etapas do projeto de TRF**

A linha de engarrafamento, onde foi realizada de redução do tempo de troca, possui 10 máquinas operando 24h por dia, com uma capacidade de 10.500 garrafas por hora,

produzindo sete modelos diferentes. Nela trabalham 13 funcionários, além de um dos autores deste trabalho que exerce a função de supervisor. A quantidade de *setups* realizados no ano de 2010 foi de 245, nas demais linhas, a quantidade de *setups* foi bastante reduzida no mesmo ano.

O processo de engarrafamento de refrigerantes relativo à Linha 01 caracteriza-se por 10 etapas, como apresentados na Figura 2, a seguir. As principais etapas do processo foram comentadas para melhor compreensão do método proposto.

A partir da análise comparativa entre as metodologias, descritas na Figura 1, definiu-se as seguintes etapas metodológicas da TRF, como:

- Formação da equipe de TRF;
- Escolha da linha de envase;
- Levantamento das operações e respectivos tempos;
- Análise das operações e das oportunidades de melhoria;
- Separação do *setup* interno e externo;
- Implantação das melhorias e redução do tempo de *setup*;
- Treinamento da equipe de TRF;
- Padronização e conclusões.

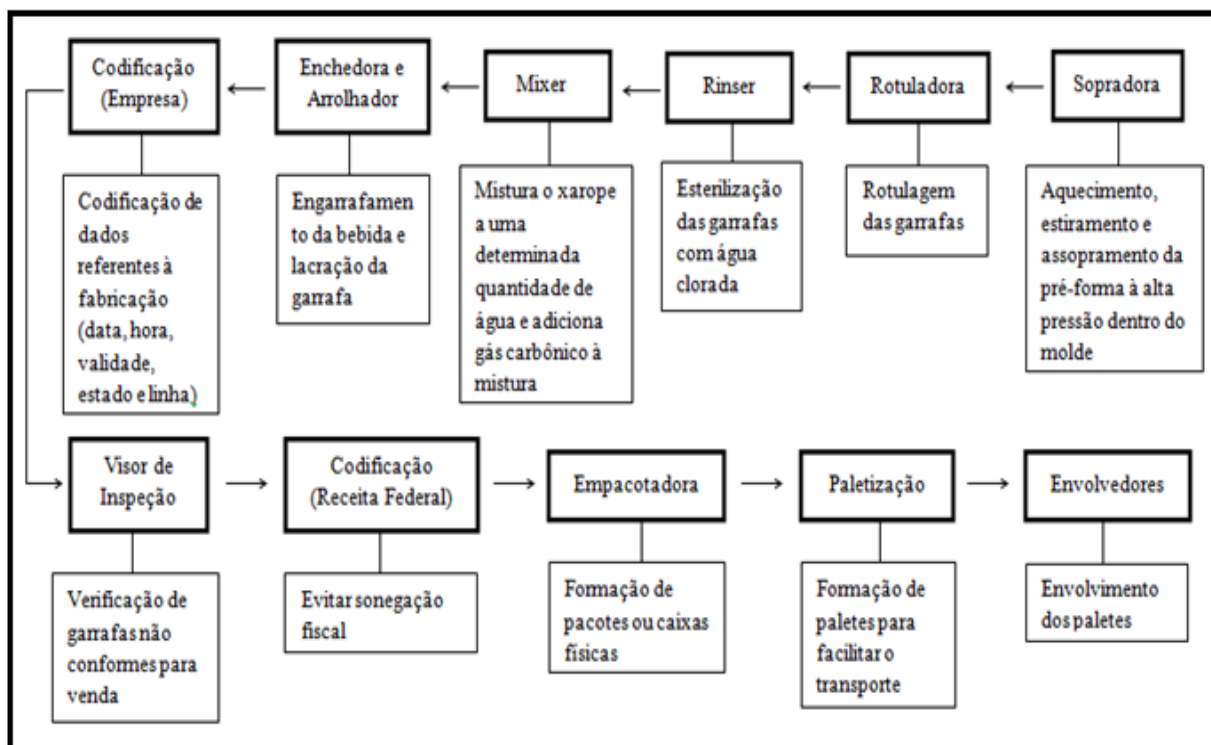


Figura 2 - Processo de engarrafamento. Fonte: Autores

A equipe da TRF foi composta por um coordenador de produção (coordenador do projeto de TRF), dois operadores de produção, um mecânico e três auxiliares de produção.

O levantamento dos tempos das operações foi realizado por cronometragem, por um período de um mês. A Figura 3 apresenta o detalhamento das operações da linha de envase escolhida.

Observa-se que, com o conhecimento de todas as etapas da linha de produção e dos seus respectivos tempos, pode-se implantar o primeiro estágio de TRF de Shingo, concluindo-se que todas as operações são realizadas no conceito de *setup* interno, havendo necessidade de parar as máquinas para realizar os ajustes específicos de troca de cada lote. O tempo acumulado poderia chegar a ser 7h 44min 10s.



Atividade		Operação	Responsável pela Atividade	Tempo
1	Comunicação	Comunicar a troca de produto aos envolvidos (sopro, CQ, Operadores, Manutenção)	1 Supervisor de Produção	01:00:00
2	Matéria Prima	Verificar e disponibilizar insumos a serem utilizados no próximo produto	1 Supervisor de produção	00:40:00
3	<i>KIT</i>	Disponibilizar kit de <i>setup</i> ao lado da Enchedora	1 Operador de produção III	00:20:00
4	Sopradora	Substituir moldes, <i>kit's</i> e pré-formas	1 Operador líder	00:45:09
5	Rotuladora	Substituir <i>kit's</i> de rotulagem, rótulos e limpeza dos cilindros de cola	1 Operador de rotuladora	00:40:32
6	Transporte aéreo garrafa	Ajustar largura transporte aéreo. Obs. Os 3 grupos são ajustados sequencialmente 1,2 e 3	1 Operador líder	00:45:12
7	Sanitização	Preparar soluções sanitizantes para serem utilizados na Enchedora e na Mixer	1 Operador de produção III	00:10:09
8	Higienização Enchedora e Mixer	Retirar resíduo de bebida com água da Enchedora e da Mixer	1 Operador de produção III	00:05:47
9		Aplicar sabão detergente e manter em repouso	1 Operador de produção III	00:20:53
10		Retirar resíduo de sabão detergente da Enchedora e da Mixer com água	1 Operador de produção III	00:05:54
11		Aplicar detergente ácido na Enchedora e na Mixer	1 Operador de produção III	00:30:13
12		Preparar sabão espuma	1 Operador de produção III	00:05:36
13		Aplicar sabão espuma na parte externa da Enchedora, da Mixer, do transporte e do Rinser	1 Operador de produção III	00:18:26
14		Retirar detergente ácido e sabão espuma da Enchedora, da Mixer, do transporte e do Rinser com água	1 Operador de produção III	00:07:22
15	Transporte de garrafa	Ajustar largura dos transportes e altura dos perfis	1 Operador de Produção I	00:14:05
16	Rinser	Substitui Rosca sem fim, Guias e Estrelas de entrada e saída	1 Operador de Produção III	00:18:16
17	Enchedora / Mixer	Substituir tubos de ar, Estrelas de entrada e saída; ajustar altura da Enchedora; substituir Estrela e Guias do Arrolhador; ajustar altura dos pistons	1 Operador de produção III	00:22:34
18	Codificador	Ajustar altura do Soprador, canhão e datas para novo produto	1 Auxiliar de produção e electricista	00:13:49
19	Visor	Ajustar largura do transporte e luminosidade do visor	1 Operador de produção I, 1 Técnico CQ	00:07:59
20	Sicobe (Codificação Recita Federal)	Ajustar largura do transporte, altura do canhão codificador e limpeza das lentes	1 Auxiliar, 1 técnico da casa da moeda	00:08:03
21	Empacotadora	Substituir Guias de entrada; ajustar largura do transporte; modificar parâmetros (receita) para o novo produto e substituir filme (película)	1 Operador de produção II	00:24:11
<b>Tempo de <i>setup</i></b>				<b>07:44:10</b>

Figura 3 - Detalhamento dos processos da Linha 01. Fonte: Autores

### 4.3 Identificação das melhorias

Após avaliações dos métodos utilizados no quadro de *setup* atual, foram identificados oportunidades nas seguintes etapas, 1, 2, 3, 6, 7, 12, 13, 15, 16, 17 e 19, para aplicação de melhorias, as quais permitiam um baixo investimento financeiro e resultavam em redução significativa do tempo final. Nesse sentido, identificaram-se alguns problemas que causavam um elevado tempo de *setup*, dentre eles:

- Distância entre máquinas e ferramentas de ajustes;
- Profissionais não habilitados para a realização de *setups*;
- Atividades com objetivos inerentes realizadas de modo independente;
- Desorganização das ferramentas nos locais de aguardo;
- Elevado número de pequenos ajustes nas máquinas;
- Profissionais responsáveis por grande número de atividades.

A partir dessa análise, foi estabelecido um planejamento de atividades fundamentado nas técnicas de TRF, com o objetivo alcançar reduções no tempo de *setup*. A Figura 4 apresenta os pontos de melhorias nos processos selecionados:

Processo		Melhoria	Descrição
1	Comunicação	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Treinamento de Supervisor de produção
2	Matéria Prima	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Treinamento de Supervisor de produção
3	<i>KIT</i>	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Operador de produção III
6	Transporte aéreo garrafa	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Treinamento de Auxiliares para realização de <i>setup</i> dos transportes e do <i>setup</i> do visor; - Individualização do <i>setup</i> dos grupos 1, 2 e 3 do transporte;
7	Sanitização	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Substituição do Operador III por Auxiliar de Produção;
12	Higienização Enchedora e Mixer		- Treinamento de Auxiliar de Produção; - Alteração do procedimento de Instrução do Sistema Integrado (ISI);
13	Higienização Enchedora e Mixer	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Disponibilização de armário de ferramentas próximo à Enchedora;
15	Transporte de garrafa	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Substituição de parafusos do transporte de garrafa por fecha rápido;
16	Rinser	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Troca de Rosca sem fim, Guias e Estrelas de entrada e saída por maçaneta;
17	Enchedora / Mixer	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Treinamento e inclusão do Operador I; - Disponibilização de armário para guardar os tubos de ar; - Substituição de Estrelas de entrada e saída por maçaneta, ajuste de altura da Enchedora, - Substituição de Estrela e Guias do Arrolhador, - Ajuste de altura dos Pistons;
19	Visor	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Substituir operador I por dois auxiliares de produção; - Treinamento de Auxiliar para realizar <i>setup</i> do visor.

Figura 4 - Detalhamento das melhorias propostas. Fonte: Autores

Levando-se em consideração que as atividades 7 e 12 são semelhantes e possuem a mesma finalidade, elas podem ser realizadas em paralelo pelo mesmo responsável.

#### 4.4 Implantação da TRF

O próximo passo que a equipe realizou foi a implantação prática destas melhorias na Linha 01. A etapa inicial foi a realização do treinamento da equipe, baseado na nova ordenação de atividades, para a implantação dos novos procedimentos de *setup*, onde os membros da equipe foram treinados, com a finalidade de deixá-los com nível satisfatório de conhecimento técnico, de forma a garantir a sustentação e padronização do trabalho proposto, conscientizando sobre a importância da troca rápida de ferramenta e futuramente propondo novas melhorias para o processo.

Atividade	Tempo (hora:minuto:segundo)		SETUP		Redução do tempo de máquina parada (hora:minuto:segundo)	
	Antes	Depois	Interno	Externo		
1	Comunicação	01:00:00	01:00:00		x	00:60:00
2	Matéria Prima	00:40:00	00:40:00		x	00:40:00
3	Kit	00:20:00	00:20:00		x	00:20:00
4	Sopradora	00:45:09	00:45:09	x		
5	Rotuladora	00:40:32	00:40:32	x		
6	Transporte aéreo garrafa	00:45:12	00:24:39	x		00:20:33
7	Sanitização	00:10:09	00:10:09		x	00:10:09
8	Higienização Enchedora e Mixer	00:05:47	00:05:47	x		
9		00:20:53	00:20:53	x		
10		00:05:54	00:05:54	x		
11		00:30:13	00:30:13	x		
12		00:05:36	00:05:36		x	00:05:36
13		00:18:26	00:10:15	x		00:08:11
14		00:07:22	00:07:22	x		
15	Transporte de garrafa	00:14:05	00:07:18	x		00:06:47
16	Rinser	00:18:16	00:10:07	x		00:08:09
17	Enchedora / Mixer	00:22:34	00:13:03	x		00:09:31
18	Codificador	00:13:49	00:13:49	x		
19	Visor	00:07:59	00:04:07	x		00:03:52
20	Sicobe	00:08:03	00:08:03	x		
21	Empacotadora	00:24:11	00:24:11	x		
Redução total do tempo de máquina parada						03:12:48

Figura 5 - Novo quadro de tempos. Fonte: Autores

A comparação dos tempos de antes e depois da implantação das melhorias, bem como o novo tipo de *setup* e a redução do tempo de máquina parada, podem ser analisados na Figura 5.

Para redução do tempo de *setup* interno do transporte aéreo de garrafas, foi necessário individualizar o *setup* dos grupos 1, 2 e 3 do transporte aéreo, de forma que todos iniciem suas operações de forma simultânea.

Disponibilização de armários, em lugares estratégicos, para guardar as ferramentas de ajuste e tubos de ar, reduzindo os deslocamentos e o período para localização de peças.

Os parafusos Allen do transporte de garrafa foram substituídos por sistema de fecha rápido, não havendo mais a necessidade do uso de chave de aperto, conforme a Figura 6.



Figura 6 – Parafuso Allen (à esquerda) e fecha rápido (à direita). Fonte: Autores

Os parafusos das Estrelas de entrada e saída do Rinser e Enchedora por maçanetas, evitando o uso de chave e reduzindo o tempo por atividade, conforme Figura 7.



Figura 7 – Estrela com parafuso (à esquerda) e com maçaneta (à direita). Fonte: Autores

A partir dessas alterações no método de *setup*, pode-se comparar o tempo de *setup* antes e depois das melhorias para cada atividade, sendo possível calcular o tempo total reduzido. As melhorias realizadas serviram de base informativa para a próxima etapa.

#### 4.5 Análise das melhorias implantadas

A conversão das atividades 1, 2, 3, 7 e 12 para *setup* externo originou uma redução de 2h 15min 45s no tempo total de *setup* interno, pois passaram a ser realizadas com a máquina em funcionamento. O preparo das soluções sanitizantes e do sabão, ligados respectivamente às atividades 7 e 12, passou a ser realizado pelo Auxiliar de Produção de forma simultânea, reduzindo esses tempos de *setup* interno à zero.

Os treinamentos oferecidos aos funcionários acarretam em uma maior conscientização desses para a importância do conceito de TRF, cultivando um ambiente que objetiva o aumento da eficiência da produção, deixando-os mais aptos a elaborarem sugestões para futuras melhorias.

A partir da implantação dessas melhorias, houve uma redução de 3h 12min 48s no tempo de *setup*, acarretando uma diminuição de 41,54%. Isso totaliza uma redução anual média em torno de 787 horas.

A metodologia desenvolvida para realizar a TRF na Linha 01 mostrou-se eficaz e bem adaptada à empresa, podendo ser facilmente replicada nas demais linhas de engarrafamento.

## 5. Conclusão

Apresentando uma proposta de melhoria através da definição e aplicação de uma metodologia TRF, o trabalho proposto visou à redução do tempo de *setup*, demonstrando a utilização de conceitos que proporcionaram excelentes resultados.

Após revisão bibliográfica, comparou-se 4 metodologias de TRF e definiram-se as seguintes etapas para aplicação na linha de envase: Formação da equipe de TRF; Escolha da linha de envase; Levantamento das operações e respectivos tempos; Análise das operações e oportunidades de melhoria; Separação do *setup* interno e externo; Implantação das melhorias; Treinamento da equipe de TRF e Padronização e conclusões. O método se mostrou eficaz.

Os treinamentos oferecidos aos funcionários acarretaram em uma conscientização desses para a importância do conceito de TRF, cultivando um comportamento que visa ao aumento da eficiência da produção, deixando-os mais aptos a elaborarem sugestões para futuras melhorias.

Considerando o amplo campo de operações que necessitavam de *setup* interno, buscou-se reduzi-las e amenizar os seus efeitos para a produtividade, de maneira que as melhorias implantadas não necessitaram de grandes investimentos por parte da empresa. Desse modo, através dos dados levantados no estudo, a equipe conseguiu reduzir 41,54% do tempo *setup*, de modo que o objetivo desta pesquisa foi plenamente alcançado, podendo ser estendido para as demais linhas de produção como forma de padronizar todas as operações de *setup* na empresa.

## 6. Referências Bibliográficas

- SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: Uma Revolução dos Sistemas Produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SHINGO, S. *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Bookman: Porto Alegre. 1996.
- LIKER, J. K. & MEIER, D., *O modelo Toyota: Manual de Aplicação*. Bookman: Porto Alegre. 2007.
- DEMING, W. E. *As chaves da excelência*. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1992.
- JÚNIOR, C. & LUIZ, E. *Gestão do processo produtivo*. Ibepex, 2008.
- COSTA, A. H.; LIMA, J. F. G. & GOMES, M. L. B. *Redução do tempo de setup na produção de botas de PVC através da técnica TRF*. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 119-132, jan./mar. 2012.
- LEÃO, S. R. D. & SANTOS, M. J. *Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva*. Revista Produção Online, v.9, n.1, mar. de 2009.
- THIOLLENT, M. *Pesquisa-Ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

CHIAVENATO, I. *Administração da Produção: Uma abordagem introdutória*. Elsevier: Rio de Janeiro. 2005.

- WIESE, D.** *Implantação do conceito de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma empresa produtora de peças automobilísticas.* Joinville. 2007. Disponível em [www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007\\_1\\_tcc01.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007_1_tcc01.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.
- PEREIRA, G. G.** *Implantação de troca rápida de ferramentas na usinagem de peças automotivas.* Joinville. 2008. Disponível em [www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2008-01/2008\\_1\\_tcc16.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2008-01/2008_1_tcc16.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.
- SATOLO, E. G. & CALARGE, F. A.** *Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais.* Exacta, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 283-296, jul./dez. 2008. Disponível em [redalyc.uaemex.mx/pdf/810/81011748011.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/pdf/810/81011748011.pdf). Acesso em 09 de fevereiro de 2011.
- COSTA, C. A.; ZEILMANN, R. P. S. & MÁRCIO, S.** *Análise de tempos de preparação em máquinas CNC.* Caxias do Sul. Disponível em [www.omundodausinagem.com.br/.../4/pesquisa\\_e\\_desenvolvimento.pdf](http://www.omundodausinagem.com.br/.../4/pesquisa_e_desenvolvimento.pdf). Acesso em 05 de junho de 2011.
- NAVARRO, A. & VIEIRA, A.** *Troca rápida de ferramenta: um estudo da aplicação na indústria automobilística.* Taubaté – SP. 2004. Disponível em [www.ppga.com.br/mba/2004/navarro\\_amauri\\_aparicio\\_vieira.pdf](http://www.ppga.com.br/mba/2004/navarro_amauri_aparicio_vieira.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.
- MICHALISZYN, M. S. & TOMASINI, R.** *Pesquisa: orientação e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos.* Vozes: Petrópolis – RJ. 2009.
- PACE, J. H.** *O Kanban na prática.* Qualitymark: Rio de Janeiro. 2003.
- SEVERINO, A. J.** *Metodologia do trabalho científico.* Cortez: São Paulo. 2007.
- POPE, C. & MAYS, N.** *Pesquisa qualitativa na atenção da saúde.* Artemed: Porto Alegre. 2009.
- MÜLLER, R. M.** *Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup.* Curitiba. 2007. Disponível em [www.pgmecc.ufpr.br/.../dissertacao\\_081\\_roger\\_mario\\_muller.pdf](http://www.pgmecc.ufpr.br/.../dissertacao_081_roger_mario_muller.pdf). Acesso em 07 de fevereiro de 2011.
- MACKE, J.** *A pesquisa-ação na discussão da pesquisa empírica em engenharia de produção.* Porto Alegre. Disponível em [www.producao.ufrgs.br/arquivos/.../392\\_pesquisa-acao\\_macke.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/.../392_pesquisa-acao_macke.pdf). Acesso em 28 de março de 2011.
- DETONI, S. R.; KOLLING, E. M.; KLAIS, R. G.; JUNIOR, M. J. S. & HEINRICH, C. E.** *Implantação do sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) no processo de furação de peças em uma indústria moveleira.* Foz do Iguaçu. 2007. Disponível em [www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2007\\_TR570427\\_9402.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2007_TR570427_9402.pdf). Acesso em 09 de fevereiro de 2011.
- KRAFT, L.; FREITAS, H.; MARTENS, C. D. P. & ANDRES, R.** *O método da pesquisação: um estudo em uma empresa de coleta e análise de dados.* Porto Alegre: PPGA/EA/UFRGS. 2007. Disponível em [www.quantitquali.com.br/revista/artigos/artigo\\_metodo1\\_pesquisacao.pdf](http://www.quantitquali.com.br/revista/artigos/artigo_metodo1_pesquisacao.pdf). Acesso em 29 de março 2011.
- FOGLIATTO, F. S. & FAGUNDES, P. R.** *Troca rápida de ferramenta: proposta metodológica e estudo de caso.* Porto Alegre. 2002. Disponível em [www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf). Acesso em 31 de março de 2011.