



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

RAFAELA LEITE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO**

**SUMÉ – PB
2017**

RAFAELA LEITE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO**

**Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia de Produção do
Centro de Desenvolvimento Sustentável do
Semiárido, da Universidade Federal de
Campina Grande, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.**

Orientador: Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira

**SUMÉ – PB
2017**

L732a Lima, Rafaela Leite Barros de.
Aplicação da troca rápida de ferramentas em uma linha de produção de uma indústria do setor alimentício. / Rafaela Leite Barros de. Sumé - PB: [s.n], 2017.

44 f.

Orientador: Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

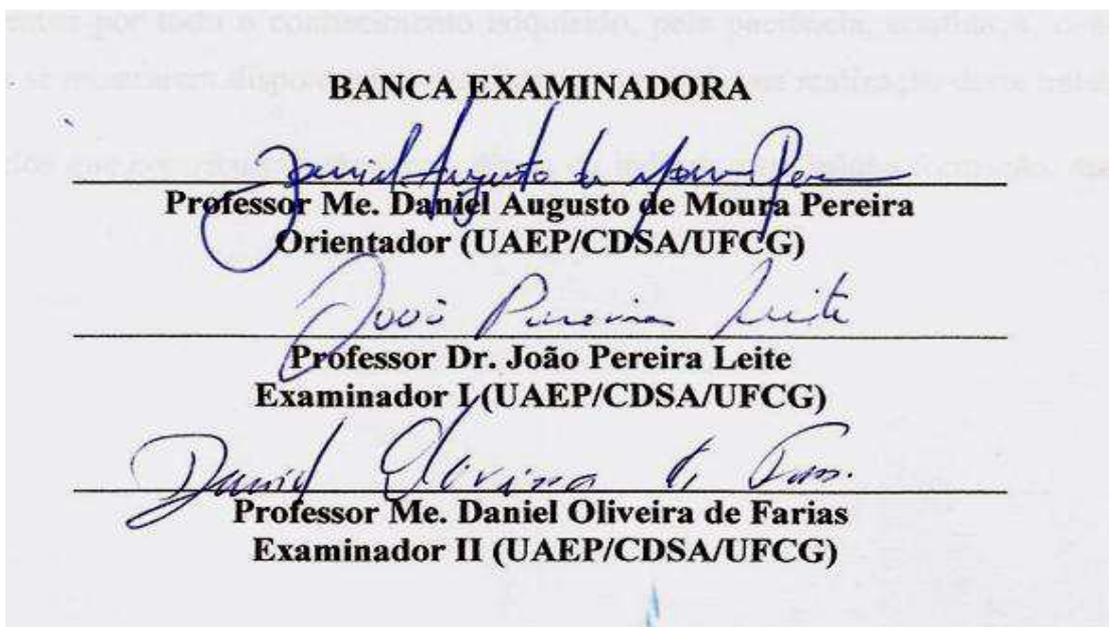
1. Troca Rápida de Ferramenta - TRF. 2. Redução de tempo - setup. 3. Engenharia de produção. I. Título.

CDU: 658.5(043.1)

RAFAELA LEITE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.



Trabalho aprovado em: 03 de maio de 2017.

SUMÉ – PB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e com maior ênfase, a Deus, por ter me dado forças e ânimo durante todo o curso e para a realização desse projeto, por ter estado em todos os momentos comigo e nunca ter me desamparado.

Agradeço aos meus pais, Rosa e Ramiro, pelo cuidado e confiança depositados em mim, e por todo o incentivo e apoio ao longo do curso e da minha vida. As minhas amigas Eduína Carla, Maria José, Gislaine Handrinelly e Brena Ruth, pela paciência, apoio, compreensão, e pelos momentos inesquecíveis que vivemos, a todas vocês, meu muito obrigada.

Aos professores Cecir Farias e Daniel Moura, não apenas pelo que pude aprender com os conteúdos ministrados em sala de aula, mas também pelas grandes oportunidades que me proporcionaram. A todos os professores da UFCG/CDSA minha eterna gratidão por todo o conhecimento adquirido.

Agradeço a minha supervisora de estágio, Irla Gonçalves, por todos os ensinamentos, compreensão, pela confiança, apoio e pela amizade. Serei eternamente grata a todos da empresa por todas as oportunidades que me foram concedidas.

Ao meus orientadores Daniel Moura e João Leite, os meus mais sinceros agradecimentos por todo o conhecimento adquirido, pela paciência, confiança, conselhos e por sempre se mostrarem disponíveis e dispostos a me ajudar na realização deste trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação, meu muito obrigada.

RESUMO

A crescente busca pela vantagem competitiva tem feito com que as empresas procurem cada vez mais, reduzir custos, eliminar desperdícios, aumentar a variedade de seus produtos e ter agilidade na entrega de pedidos. No mercado de produtos alimentícios no Brasil, essa realidade não é diferente, diante disso a adoção do Sistema Toyota de Produção (STP) e mais especificamente de uma de suas ferramentas a metodologia Troca Rápida de Ferramentas (TRF), utilizada para a redução de tempo de *setup*, surge como uma forte aliada no que diz respeito ao alcance dos objetivos citados. Neste contexto as empresas têm buscado investir esforços para o desenvolvimento de trabalhos e projetos nesta área, tendo em vista os benefícios que podem ser obtidos com a aplicação da metodologia TRF. O trabalho em questão apresenta um estudo de caso composto pelas etapas de aplicação da metodologia Troca Rápida de Ferramentas em uma linha de produção de uma indústria alimentícia brasileira, tal aplicação resultou em uma redução significativa de tempo de *setup*. O principal resultado obtido foi a redução de 53% do tempo total de *setup*, de 45 minutos (média de três meses anteriores a aplicação da TRF) para aproximadamente 21 minutos (média de dois meses posteriores a aplicação da TRF), o que proporcionaria um ganho de produtividade de cerca de 1.896 toneladas a mais por ano.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Troca Rápida de Ferramentas. *Setup*. Vantagem Competitiva.

ABSTRACT

The increasing search for competitive advantage has made companies increasingly seek, reduce costs, eliminate waste, increase the variety of their products and have agility in the delivery of orders. In the market for food products in Brazil, this reality is no different, in view of the adoption of the Toyota Production System (STP) and more specifically one of its tools, the Rapid Tool Exchange (TRF) methodology, used to reduce time Of setup, emerges as a strong ally in regard to the achievement of the aforementioned objectives. In this context, companies have sought to invest efforts to develop projects and projects in this area, in view of the benefits that can be obtained with the application of the TRF methodology. The work in question a case study composed of the stages of application of the Rapid Change Tools in a production line of a Brazilian food industry, such application resulted in a significant reduction of setup time. The main result was reduction of 53% of the total setup time, of 45 minutes (average of three months prior to application of TRF) to approximately 21 minutes (mean of two months post application of TRF), which would provide a productivity gain of about 1.896 tonnes more per year.

Keywords: Toyota Production System. Fast Tool Exchange. Setup. Competitive advantage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Definição de <i>Setup</i>	16
Figura 2 - Elementos chave do <i>setup</i>	17
Figura 3 - Estágios e técnicas de operacionalização da TRF	19
Figura 4 – Atividades propostas	24
Figura 5 - Descrição dos produtos da L04.	27
Figura 6 - Setups realizados – L04	29
Figura 7 - Tempo total de <i>setup</i> – L04.....	30
Figura 8 - Valores históricos – L04	30
Figura 9 - Tempo de <i>setup</i> por etapa na L04.....	31
Figura 10 - Registro do antes	33
Figura 11 - Identificação de <i>setup</i> interno e externo.....	34
Figura 12 - Transformação de <i>setup</i> interno para externo	35
Figura 13 - Registro do antes da distribuição de atividade	36
Figura 14 - Registro do depois da distribuição de atividades	37
Figura 15 - Padrão provisório de <i>setup</i>	39
Figura 16 - Evolução de tempo de <i>setup</i>	40
Figura 17 –Toneladas de produtos produzidos da família A	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

JIT – *Just in Time*

SE – *Setup* Externo

SI – *Setup* Interno

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

STP – Sistema Toyota de Produção

TRF – Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	Objetivo geral	11
1.3	Objetivos específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	12
2.2	<i>SETUP</i>	15
2.3	TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS	17
2.4	BENEFÍCIOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DA TRF	21
3	METODOLOGIA	23
4	ESTUDO DE CASO	26
4.1	A EMPRESA	26
4.2	A LINHA DE PRODUÇÃO	126
4.3	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	27
4.4	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	28
4.5	IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS	31
4.5.1	Planejamento – Definição do grupo de trabalho	32
4.5.2	Definição da Meta de Redução	32
4.5.3	Análise do estado atual	32
4.5.4	Identificação de <i>setup</i> interno e externo	34
4.5.5	Transformação das atividades de <i>setup</i> interno em externo	35
4.5.6	Racionalização das operações de <i>setup</i>	35
4.5.7	Padronização	38
4.6	RESULTADOS OBTIDOS	40
5	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado consumidor encontra-se cada vez mais exigente, prezando por produtos de alta qualidade, variedade e baixo preço, e para que as empresas consigam atender tais requisitos faz-se necessário a melhor utilização de seus recursos de modo a aumentar sua eficiência e produtividade, conseguindo desta forma se manterem competitivas no mercado. Diante disso o Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) se apresenta como um modelo de gestão eficaz e difundido atualmente. Segundo Dennis (2008), o Sistema Toyota Produção tem como objetivo eliminar desperdícios, produzir mais em menos tempo, utilizando menor esforço físico do trabalhador e menos materiais, e conseguir atender as necessidades do cliente ao menor custo possível.

O sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou SMED, *Single Minute Exchange of Die* (o *setup* deve durar o número de um dígito, em minutos) é uma das ferramentas do STP que atua no combate ao desperdício de tempo, sugerindo a redução de tempo de *setup*. De acordo com Shingo (2000) a melhor maneira para reduzir os tempos de *setup*, é aplicando tal ferramenta. A partir da redução dos tempos de *setup* de equipamentos é possível alcançar uma maximização da produção, bem como obter uma maior velocidade de resposta das organizações às variações de demanda, problema esse enfrentado por aquelas que possuem uma alta variedade de produtos e utilizam a mesma estrutura para produzir produtos diferentes.

De acordo com Leão (2009) um alto tempo de *setup* provoca não só a perda de ritmo do trabalhador, como também a baixa utilização da capacidade da máquina, quanto mais rápida for a troca, melhor é a retomada do ritmo de produção, bem como o aumento da taxa de utilização da máquina e capacidade produtiva. Segundo Shingo (2000) muitos benefícios podem ser obtidos com a aplicação da ferramenta TRF para redução de tempos de *setup*, são eles: redução de custos pela eliminação de retrabalho e desperdícios de materiais, além do aumento da flexibilidade de produção, aumento das taxas de utilização de máquinas e de capacidade produtiva, eliminação de erros nos *setups*, entre outros.

O setor alimentício atualmente é um mercado de grande competitividade, com grandes indústrias nacionais e multinacionais que se esforçam para conquistar consumidores. A aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, é crescente, principalmente no que diz respeito a utilização da Troca Rápida de Ferramentas, tendo em vista à necessidade de aumento do mix de produtos para atender a públicos diversificados.

Neste contexto, o tema abordado no trabalho será: Aplicação da Troca Rápida de Ferramentas em uma linha de produção de uma indústria do setor alimentício.

1.1 JUSTIFICATIVA

Diante da alta competitividade no contexto atual, as organizações se esforçam em busca da melhoria contínua de seus processos, e para que tal melhoria ocorra é necessário que as mesmas façam uma melhor utilização dos seus recursos, eliminando desperdícios, de modo a reduzir custos e conseqüentemente aumentar a rentabilidade do negócio.

O Sistema Toyota de Produção (STP) se apresenta como uma ferramenta Implacável no que diz respeito a eliminação de desperdícios e representa uma solução para os problemas enfrentados pelas organizações. A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma das Ferramentas do STP que atua no combate ao desperdício de tempo, propondo uma redução no tempo de setup de equipamentos (*setup*). De acordo com Ohno (2006), o STP tem como objetivo principal a completa eliminação do desperdício, e para tanto a TRF é uma das técnicas mais utilizadas.

“O problema que as indústrias enfrentam não é a produção diversificada e de baixo volume, mas sim a produção envolvendo múltiplos *setups* e pequenos lotes”. (SHINGO, 2000, p. 37).

As atividades produtivas de empresas que possuem uma grande variedade de produtos, necessitam de operações de *setup*, uma vez que utilizam a mesma estrutura para produzir produtos diferentes.

A linha de produção estudada é a que possui o maior mix de produtos da fábrica, ao todo são produzidos 17 itens. Dentre as perdas inerentes ao processo em questão está o desperdício de tempo com operações de *setup*, sendo que devido à alta quantidade de produtos o número de operações de *setup*, acaba sendo consideravelmente alto, o que acaba gerando dificuldades no que diz respeito ao oferecimento de uma resposta rápida às necessidades dos clientes.

Atualmente a demanda dos produtos da linha de produção em questão vem aumentando, diante disso viu-se a necessidade de um projeto voltado para a redução de tempo de *setup* para maximizar a produção e desta forma conseguir atender as variações de demanda no tempo certo, sem correr risco de perder competitividade no mercado. Nesse contexto, um dos principais objetivos da empresa com a redução de tempos de *setup* é o aumento da

produtividade, e a TRF é uma das principais ferramentas para tal propósito, deste modo torna-se evidente a relevância da aplicação da mesma na linha de produção estudada.

1.2 Objetivo geral

Aumentar a produtividade de uma linha de produção de molhos atomatados a partir da aplicação da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas.

1.3 Objetivos específicos

- Padronizar as atividades de *setup* e preparação;
- Reduzir os tempos de realização de atividades de *setup* e preparação;
- Aumentar a flexibilidade da linha de produção com relação a programação da produção (mix e volume).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção tem foco no cliente e meta de fornecer ao menor custo a mais alta qualidade, dentro do menor tempo, por meio da contínua eliminação de desperdício). De acordo com Ohno (2006), o STP surgiu da necessidade de uma produção de produtos em volumes menores e mais diversificados, diferente do que ocorria na produção em massa. Tal situação era a qual o Japão vivenciava no período pós-guerra, e era de fundamental importância a implementação de um novo sistema para que as empresas pudessem sobreviver e se manterem competitivas.

Ohno (2006) explica que o Sistema Toyota de Produção é sustentado por dois pilares que são o Just-in-time e a Autonomia, e que a base do sistema é a eliminação do desperdício.

Segundo Ferraz (2006), Taiichi Ohno foi o responsável por estudar aprofundadamente os desperdícios existentes nos processos, e os dividiu em sete categorias, que são:

- Desperdício de Superprodução: Produzir excessivamente ou cedo demais;
- Desperdício de Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações, resultando em um alto lead time;
- Desperdício de Transporte: Transporte excessivo de peças;
- Desperdício de Processamento: Fontes de desperdício no processo propriamente dito;
- Desperdício de Movimento: Movimentação excessiva de pessoas;
- Desperdício de Produzir itens/produtos defeituosos: Custos e esforços despendidos quando se produz itens com defeitos;
- Desperdício de Estoques: Armazenamento excessivo, dinheiro parado.

“Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária.” (OHNO,2006, p.26).

De acordo com Slack et al. (2002) apud Severiano (2007), o conceito do Just in Time (JIT) se resume em produzir a quantidade ideal no momento e local correto. A plena execução do JIT causaria um ciclo de produção perfeito, quando atrelada a qualidade requisitada do produto, tendo em vista que sempre seria produzido o necessário, com qualidade e pouco desperdício. Embora o termo Just-in-time tenha se expandido pelo mundo, Shingo (2005)

aponta que uma melhor tradução do conceito utilizado pela Toyota seria just-on-time, ou seja, no momento exatamente estabelecido.

Segundo Shingo (2000), o JIT é muito efetivo no gerenciamento industrial, mas o JIT é um fim, não um meio. Sem o entendimento dos métodos e das técnicas práticas que formam seu cerne, o JIT por si só não tem significado. O sistema TRF é o método mais efetivo para se atingir a produção Just in time.

O segundo pilar do Sistema Toyota, denominado Jidoka ou automação, é tão importante quanto o JIT, o mesmo consiste em proporcionar autonomia para o homem ou a máquina interromper o processo no momento que acontecer alguma anormalidade. A palavra Jidoka significa simplesmente automação, e na verdade a expressão que exprime o verdadeiro conceito é “Ninben no tsuita jidoka”, ou seja, a máquina é dotada de inteligência com um toque humano. É importante frisar que o conceito de automação está muito mais ligado com autonomia do que com automação. A idéia é parar o processo antes que a anomalia se propague causando danos maiores (GHINATO, 1995).

Segundo Ohno (2006), o Sistema Toyota de Produção tem como objetivo principal a completa eliminação do desperdício, e para tanto a TRF é uma das técnicas mais utilizadas.

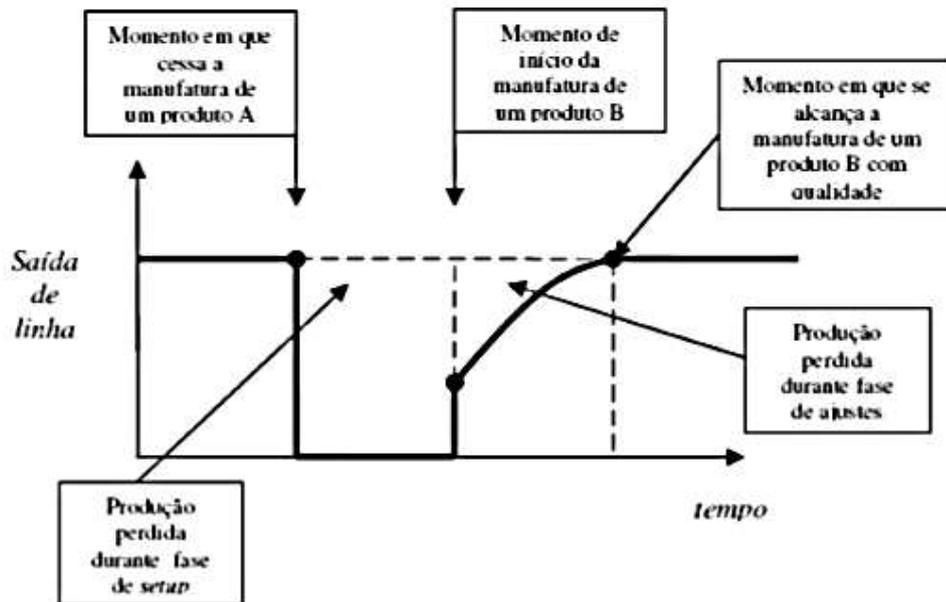
2.2 *SETUP*

Segundo Slack et al. (2002, p.493), “O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote”.

O *setup* de acordo com Moura (1996) consiste no tempo de *setup* transcorrido para que todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feito a primeira peça do lote posterior.

A Figura 1 apresenta a definição de *setup* através de um gráfico. De tal forma, as operações de *setup* estão relacionadas com a flexibilidade do processo, visto que quanto mais eficientes forem, maior será a disponibilidade da máquina e a facilidade para trabalhar com lotes menores, e por conseguinte, atender a filosofia Just in Time.

Figura 1 - Definição de *Setup*



Fonte: Culley (2001)

A redução do tempo de *setup* é indispensável para o alcance dos objetivos do sistema JIT, pois atende às diversificadas necessidades dos consumidores através da produção de um maior mix de produtos em pequenos lotes.

Segundo Shingo (2005), existem dois tipos de operações de *setup*, que são:

- *Setup* Interno (SI): operações que podem ser realizadas apenas com as máquinas paradas. Como exemplo, fixação e remoção de matrizes.
- *Setup* Externo (SE): operações realizadas com a máquina em funcionamento. Por exemplo, transporte de matrizes.

Para Shingo (2000) o *setup* ainda pode ser dividido em quatro funções, conforme apresentada na Tabela 1. Nesta, observa-se que, a maior parcela de tempo dentro de toda atividade de *setup* corresponde aos testes e ajustes, bem como na preparação das ferramentas e toda matéria-prima necessárias ao *setup*.

Tabela 1 - Operações do *Setup*

Operação	Proporção de Tempo
Preparação, ajustes pós-processamento e verificação de matéria-prima, matrizes, guias etc.	30%
Montagem e remoção das matrizes etc.	5%
Centragem, dimensionamento e estabelecimento de outras condições.	15%
Corridas de testes e ajustes.	50%

Fonte: Shingo (2000)

De acordo com Goubergen & Landeghem (2002), a qualidade do *setup* está baseada em três elementos principais: o método utilizado, os aspectos técnicos das ferramentas e materiais e a organização do trabalho. A Figura 2 ilustra estes elementos.

Figura 2 – Elementos chave do *setup*

Fonte: Goubergen e Landeghem (2002)

“O problema que as indústrias enfrentam não é a produção diversificada e de baixo volume, mas sim a produção envolvendo múltiplos *setups* e pequenos lotes. Temos que avaliar corretamente o problema e pensar em estratégias efetivas para lidar com ele.” (SHINGO, 2000, p.37)

2.3 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

A Troca Rápida de Ferramentas consiste em uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo em 1985, denominada originalmente como SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Os conceitos da metodologia foram desenvolvidos a partir dos resultados de análises relacionados aos aspectos teóricos e práticos das operações de tempo de *setup*.

Os autores Fagundes e Fogliatto (2003) definem TRF como sendo uma metodologia para redução dos tempos de *setup* e aumento na agilidade do ajuste em equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos e médios lotes em menos tempo por meio da minimização ou eliminação das perdas relacionadas ao processo de troca de ferramentas.

Moxham e Greatbanks (2001) afirmam que a existência deste método provém das dificuldades encontradas em ambientes de produção diversificada e de baixo volume. Estas dificuldades são basicamente o aumento do número de *setups* de máquinas necessárias para produzir uma alta variedade de produtos.

Shingo (2000) aponta que a utilização das técnicas associadas a metodologia TRF proporciona a possível simplificação da preparação, reduzindo, ou até mesmo eliminando a possibilidade de acontecerem erros nos procedimentos de regulagens e ajustes de ferramentas durante o tempo de *setup*, o que acaba provocando uma redução dos erros de ajustes, diminuindo desta forma o retrabalho e defeitos provenientes da preparação feita de maneira inadequada.

Para Shingo (2000) existem estratégias tradicionais para proporcionar a melhoria das operações de *setup*. São:

- Estratégias que envolvem habilidades: Tradicionalmente, *setups* eficientes necessitam de dois aspectos: conhecimento da estrutura e funcionamento da máquina e do equipamento; e, habilidade/experiência na montagem e remoção destes elementos, como também na medição, centragem, ajuste e calibragem.
- Estratégias que envolvem grandes lotes: Produção de grandes lotes para tornar insignificante a relação entre o tempo de *setup* e o tempo de processamento do lote. Como alerta Fogliatto & Fagundes (2003), essa estratégia pode ser indesejada se resultar em produção antecipada ou formação de estoques.
- Estratégias que envolvem lotes econômicos: Produção em lotes que equilibram o custo com as operações de *setup* e o custo de armazenagem.

Shingo (2005) afirma que a aplicação da TRF para melhoria de tempo de *setup* exige um crescimento progressivo, diante disso é necessário passar por quatro estágios:

1. Estágio Um: Corresponde a um estágio preliminar, onde não existe distinção entre *setups* internos e externos. De tal forma, perde-se muito tempo realizando atividades desnecessárias enquanto a máquina está parada.
2. Estágio Dois: É o estágio mais importante durante a implementação da TRF. Representa a separação das operações de *setup* interno e externo. Através de uma lista de verificação, deve-se identificar o que é *setup* interno e o que é externo. Um método

bastante utilizado é a filmagem do *setup*, e em seguida a avaliação por parte dos operadores. É importante também verificar as condições de funcionamento das máquinas, peças e equipamentos. Em geral, é alcançada uma economia de 30% a 50% do tempo de *setup*.

3. Estágio Três: Consiste na transformação de *setup* interno em externo, ou seja, identificar as atividades que são realizadas com a máquina parada e que podem ser realizadas com a mesma em funcionamento. Nessa etapa é importante fazer as seguintes considerações:

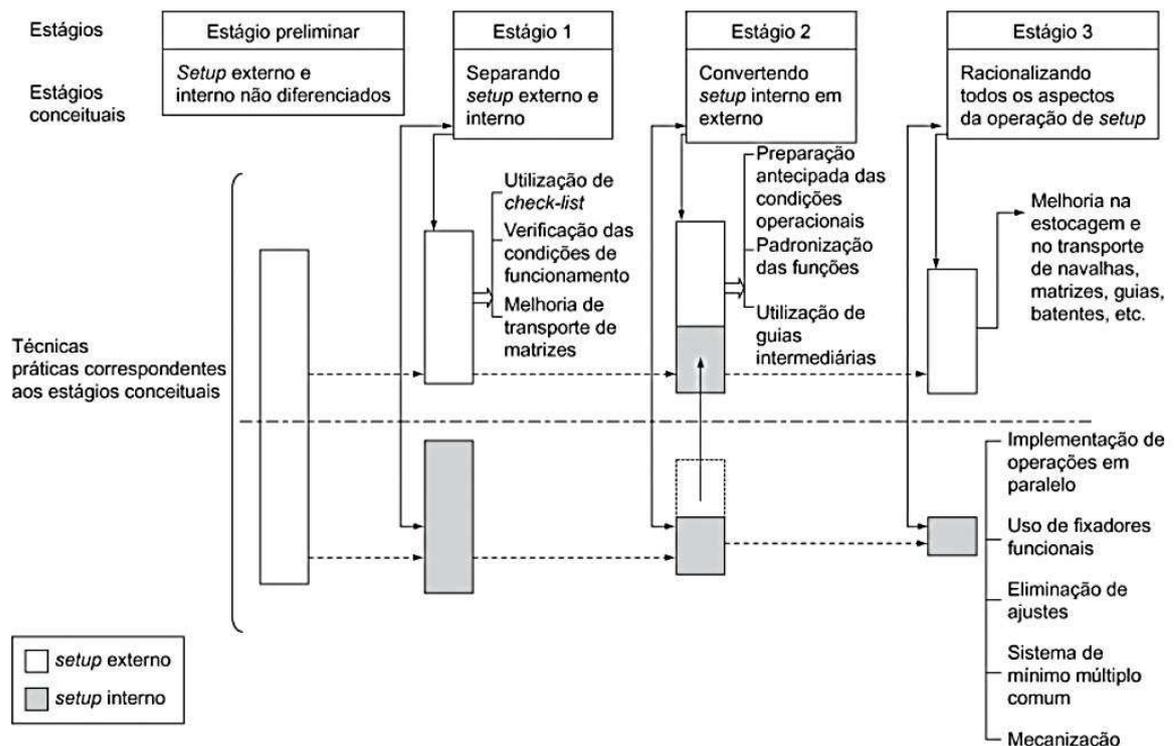
- Reavaliar as operações com objetivo de verificar se alguma atividade foi feita de forma errada;
- Encontrar maneiras de transformar *setup* interno em externo.

4. Estágio Quatro: Consiste na avaliação das operações de *setup* interno e externo para buscar melhorias ainda maiores.

O autor Shingo (2000) ressalta que os estágios dois e três da metodologia TRF podem ser executados simultaneamente. De acordo Moreira & Pais (2011), os estágios de separação de *setup* interno e externo e de conversão de *setup* interno em externo são fundamentais para o aumento da produtividade.

A Figura 3 apresenta os estágios conceituais para redução de tempo de *setup*.

Figura 3 – Estágios e técnicas de operacionalização da TRF



Fonte: Shingo (2005)

De acordo com Shingo (2005) Existem oito principais técnicas para redução de tempo de *setup*, que devem ser aplicadas durante os estágios de implantação da TRF. São as seguintes:

- Técnica 1 – Separação das operações de *setup* internas e externas

Identificar claramente quais atividades atuais devem ser executadas com a máquina parada (*setup* interno) e quais devem ser executadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo).

- Técnica 2 – Converter *setup* interno em externo

Princípio mais importante da TRF, sem ele não seria possível atingir *setups* inferiores a 10 minutos. É necessário reexaminar as operações com o intuito de identificar as etapas que podem ser convertidas de *setup* interno para externo.

- Técnica 3 – Padronizar a função, não a forma

A padronização de função busca padronizar somente as partes cujas funções são necessárias para as operações de *setup*. As operações completas são divididas em elementos básicos, que são avaliadas e aprovadas uma a uma. Depois dessa análise são escolhidas as operações que precisam ser padronizadas, visando a substituição de um menor número de peças.

- Técnica 4 – Utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos

Métodos de um único toque, com a utilização de cunhas, ressaltos e prendedores ou molas e mecanismos de ligação que unam duas partes, podem reduzir os tempos de *setup* para segundos.

- Técnica 5 – Usar dispositivos intermediários

Durante o *setup*, algumas esperas que acontecem devido a ajustes podem ser eliminadas com o auxílio de dispositivos padronizados. A centragem e o posicionamento são realizadas em tempos menores, reduzindo o tempo de *setup* interno e externo.

- Técnica 6 – Adotar operações paralelas

Quando duas pessoas realizam operações paralelas simultaneamente, ocorre uma redução de mais de 50% no tempo de *setup*, graças à economia de movimentos.

- Técnica 7 – Eliminar ajustes

Ajustes e testes-piloto demandam 50% a 70% do tempo de *setup* interno. Preparação e ajustes são funções diferentes e acontecem separadamente. A preparação acontece na

mudança de posição de um interruptor de fim de curso. O ajuste ocorre nos testes do interruptor de fim de curso, que é repetidamente ajustado para uma nova posição.

O ajuste se torna cada vez menos essencial à medida que a preparação se torna mais precisa.

- Técnica 8 – Mecanização

A mecanização deve ser considerada somente após a realização de todo o esforço possível para melhoria das operações de *setup*.

Uma metodologia que contempla vários aspectos organizacionais foi elaborada por Fogliatto & Fagundes (2003). De acordo com tais autores as etapas para implementação da TRF dentro de uma empresa são:

1. Estágio Estratégico: Convencimento da alta gerência, definição de metas, escolha de equipe de implantação, treinamento da equipe, definição da estratégia de implantação.
2. Estágio Preparatório: Definição do produto, processo e operação a ser inicialmente abordado.
3. Estágio Operacional: Análise da operação, identificação de *setup* interno e externo, conversão de *setup* interno em externo, praticar o *setup* e padronizar, eliminar ajustes, e eliminar o *setup*.
4. Estágio de Consolidação: consolidar o TRF em todos os processos da empresa.

No estágio operacional, Fogliatto & Fagundes (2003) estabelecem seis etapas, sendo as três primeiras basicamente os estágios definidos por Shingo (2000). As etapas são: análise da operação a ser inicialmente abordada, identificação das operações internas e externas de *setup*, converter *setup* interno em externo, praticar a operação de *setup* e padronizar, eliminar os ajustes, e eliminar o *setup*. No caso, a última etapa seria o contexto ideal em termos de manufatura Just in Time, porém como é sabido, na prática é praticamente impossível de se alcançar.

Shingo (2000) afirma que o sistema TRF é o método mais efetivo para se atingir a produção Just in time. O autor complementa que o sistema TRF contém três elementos essenciais que permitem que o impossível se torne possível:

- Uma forma básica de pensar a produção.
- Um sistema realista.
- Um método prático.

2.4 BENEFÍCIOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DA TRF

Para Shingo (2000), os resultados de economia de tempo obtidos com a aplicação da TRF foram registrados desde 1975, época na qual o sistema ainda estava em fase de crescimento. Nos dez anos seguintes, as reduções foram ainda mais significativas, e o tempo de *setup* se transformou em 2,5% do originalmente necessário.

Os benefícios obtidos com a aplicação da TRF não se limitam apenas a redução de tempo. Alguns dos principais efeitos da aplicação da TRF, segundo Shingo (2000) são:

1. Aumento das taxas de utilização de máquina e de capacidade produtiva: A redução dos tempos de *setup* provoca aumento no índice de utilização das máquinas e consequente melhoria da produtividade.
2. Produção sem estoque: O sistema TRF oferece o único caminho para a produção com grande variedade, em pequenos lotes e com níveis de estoque mínimo. Quando os estoques são minimizados, alguns efeitos são percebidos, como o aumento da taxa de giro de capital, o uso mais eficiente do espaço da planta, o aumento da produtividade, os estoques advindos de estimativas erradas e mudanças de modelo são extintos e os produtos deixam de sofrer deteriorização.
3. Eliminação de erros de *setup*: Com a padronização do *setup*, os erros diminuem e a incidência de defeitos é reduzida devido a não existência de operações improvisadas.
4. Qualidade melhorada: As condições operacionais tem que ser reguladas com antecedência para o *setup*, o que provoca uma melhoria na qualidade.
5. Maior segurança: Com a simplificação dos *setups*, as operações se tornam mais seguras.
6. Housekeeping simplificado: A quantidade de ferramentas utilizadas no *setup* é reduzida com a padronização e a organização é feita de forma funcional.
7. Tempo de *setup* reduzido: Com a queda do tempo das operações de *setup* interno e externo, o tempo total é consequentemente reduzido e a quantidade de horas-homem trabalhada também.
8. Menores despesas: “A implementação da TRF eleva a eficiência do investimento por possibilitar aumentos drásticos na produtividade a um custo relativamente baixo.” (SHINGO, 2000, p. 119)
9. Preferência do operador: Operações de *setup* simples e rápidas agradam os operadores, pois não exigem grandes esforços.

10. Aumento da flexibilidade de produção: A facilidade nas trocas de ferramentas dos produtos possibilita uma resposta rápida a mudanças de demanda.

Um aspecto relevante é que todos os envolvidos no processo de implementação da TRF devem receber treinamentos e orientações a respeito da ferramenta, para entender os objetivos da mesma, conhecer melhor quais são as etapas de implantação, e os benefícios que podem ser gerados para a rotina de trabalho e para a empresa. Da mesma maneira, os participantes devem ser motivados e envolvidos para que ocorra a obtenção de resultados satisfatórios. Também deve ser afastada a ideia de punição por erros durante a fase de documentação e filmagem, pois a ideia é obter material para a realização do trabalho (LEÃO, 2009).

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado no presente trabalho classifica-se como descritivo. De acordo com Mattos et al. (2003), o método de pesquisa descritivo caracteriza-se pela observação, registro, análise, descrição e correlação de fatos ou fenômenos sem modificá-los, tendo como objetivo encontrar com precisão a frequência com que um fenômeno ocorre, bem como a sua relação com outros fatores. A pesquisa é considerada de natureza qualitativa, tendo em vista que serão utilizados conceitos e observações para descrição e análise do problema.

As técnicas de pesquisa utilizadas para a realização do presente trabalho foram: pesquisa bibliográfica e observação propriamente dita.

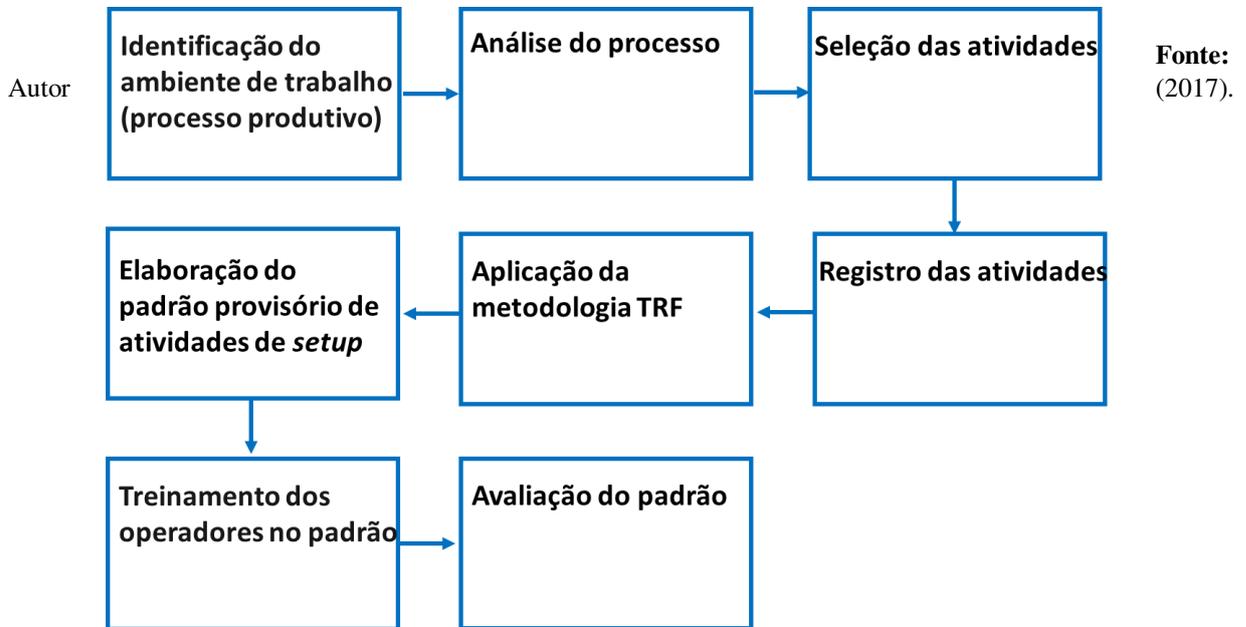
A pesquisa caracteriza-se como sendo bibliográfica por ser fundamentada em livros, artigos, sítios eletrônicos, trabalhos monográficos e artigos científicos, bem como documentos internos da organização estudada. A pesquisa bibliográfica, de acordo com Gil (2010, p.29-31) “é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos”. Também foi realizada uma observação propriamente dita, tal técnica consiste na observação direta intensiva e na utilização dos sentidos para se entender a realidade existente (MARCONI, 2007).

Quanto à finalidade, a pesquisa é considerada do tipo aplicada, conforme Ander-Egg (1978) apud Marconi (2007), a pesquisa aplicada “... caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade.”

A pesquisa é caracterizada como sendo um estudo de caso. De acordo com Michaliszyn e Tomasini (2008, p.51) o estudo de caso consiste no “estudo profundo e exaustivo de indivíduos e instituições em particular, de maneira a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento.” Cauchik Miguel (2010) complementa a definição acima abordada, afirmando que o estudo de caso é um trabalho que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real por meio de um ou mais objetos de análise.

Foram realizadas visitas in loco na empresa em estudo durante o período de Novembro de 2016 a Abril de 2017 com o intuito de executar as atividades descritas na figura 4.

Figura 4 – Atividades propostas



Inicialmente foi realizada uma reunião com a gerência da empresa para definir a linha de produção onde seria implementado o projeto de TRF e estipular uma meta de redução de tempo de *setup*, com base em informações que a empresa possui em um banco de dados do histórico de tempos de *setup* da linha de produção em questão. A linha de produção escolhida foi a de molhos atomatados, onde atualmente são produzidos 17 tipos de molhos, esse amplo mix de produtos acaba acarretando em uma grande quantidade de *setups* para produzir todos os itens da linha de produção em questão. Foi feita uma descrição de todos os produtos da linha de produção estudada, as informações apresentadas são tamanho da embalagem e gramatura. Foram feitos gráficos utilizando o *software excel*, onde estes apresentam a quantidade de *setups* realizados dos produtos em estudo e o tempo total e médio de *setup* de meses anteriores e posteriores a aplicação da TRF.

Foram realizadas visitas *in loco* para a observação e entendimento do processo produtivo da linha de produção em questão, em seguida foi feita uma descrição das etapas do processo produtivo. Em seguida foi feito um registro áudio visual da troca do produto A1 para o A2, tais produtos foram escolhidos para a realização do estudo pois os resultados obtidos com a aplicação da TRF nesse tipo de *setup* poderia ser replicado para os demais produtos da família A, visto que os mesmos possuem características semelhantes, posteriormente foram executados os estágios conceituais da metodologia TRF.

Após a aplicação dos estágios conceituais da Troca Rápida de Ferramentas, foi elaborado um padrão provisório com todas as atividades de *setup* (internas e externas) e sequência de execução das mesmas, em seguida os colaboradores responsáveis pelas atividades de *setup* foram treinados no padrão. Os colaboradores foram filmados executando as atividades de acordo com o padrão elaborado.

Depois da aplicação da Troca Rápida de Ferramentas foram feitos gráficos utilizando o *software excel*, com intuito de expor a quantidade de toneladas de produto a serem produzidas anualmente, caso o tempo de *setup* se mantenha dentro do padrão estabelecido com a aplicação da TRF, e apresentar a evolução do tempo de *setup* da linha de produção em questão, expondo o tempo médio mensal que se levava para realizar o *setup* antes e depois da aplicação da TRF.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A EMPRESA

O estudo de caso foi realizado em uma empresa localizada na região Nordeste do país, no estado de Pernambuco, que atua no setor alimentício e distribui seus produtos para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste. A princípio estava localizada na cidade de Sertânia e suas atividades se resumiam a produção de pirulitos para vender nas redondezas, posteriormente os pirulitos deram lugar aos doces de frutas tropicais produzidos artesanalmente.

No ano de 1962, visando a produção em larga escala, deu-se início a fábrica na cidade de Custódia, ainda localizada no estado de Pernambuco. Com a modernização da empresa, o grau de variedade dos produtos aumentou, e atualmente são produzidos além dos doces em calda e barra, molhos atomatados, condimentos, e catchup.

A empresa conta com 422 funcionários diretos, 10 linhas de produção, duas linhas em regime de produção de 24 horas por dia, ou seja, os três turnos, e as demais linhas em dois turnos, e todas em regime de produção de 5 dias por semana, possui uma área total de 50.000 m² e área construída de 13.972 m². A capacidade de produção anual é de 54.000 toneladas. A empresa apresenta uma alta variedade de produtos, atualmente conta com aproximadamente 95 diferentes SKU's (Stock Keeping Unit), onde essa quantidade envolve produtos iguais com gramaturas diferentes.

4.2 A LINHA DE PRODUÇÃO

O estudo de caso foi realizado em uma das linhas de produção, denominada linha 04, ou simplesmente, L04. Essa linha opera em 3 turnos, com um total de 9 pessoas por turno. A linha de produção em questão apresenta uma capacidade anual de 12.000 toneladas. Atualmente representa 22% do volume de produção em toneladas de toda a fábrica, volume este de grande relevância, tendo em vista que a fábrica possui 10 linhas de produção. Os produtos produzidos nessa linha estão listados na figura 5.

Figura 5 – Descrição dos produtos da L04.

Produtos Linha 04		
Descrição	Tamanho do Pacote	Gramatura
Família A		
Molho A1	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A2	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A3	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A4	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A5	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A6	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A7	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A8	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A9	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A10	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A11	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A12	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A13	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Molho A14	C= 210 mm; L= 110mm	340 g
Família B		
Molho B1	C= 160 mm; L= 110mm	200 g
Molho B2	C= 160 mm; L= 110mm	200 g
Molho B3	C= 160 mm; L= 110mm	200 g

Fonte: Autor (2017)

Conforme apresentado na figura 5, a linha em questão é responsável pela produção de molhos atomatados e possui um mix com dezessete tipos de produtos, dos quais quatorze fazem parte da mesma família, denominada A, pois apresentam características semelhantes, como gramatura e tamanho da embalagem, o restante faz parte de uma outra família, nomeada de família B, onde os produtos desta possuem características diferentes da A, tais como: gramatura e comprimento da embalagem.

4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo produtivo da linha 04 é composto por sete etapas, cada etapa possui características bem específicas, que serão resumidamente descritas a seguir:

1. Pré-mix: É a fase do processo em que alguns ingredientes como alho, cebola e sorbato (usados em todos os molhos atomatados da linha), são pesados e levados para uma

sala específica onde é feita a preparação inicial. Tais ingredientes são adicionados a um tanque que contém polpa de tomate.

2. Preparação da mistura: São acrescentados outros insumos a mistura. A mistura é homogeneizada e em seguida é direcionada por tubulações para um tanque cuja principal função é cozinhar toda a preparação, tal tanque é conhecido como boulle. O controle de qualidade é responsável por fazer uma análise da mistura que está no boulle para liberar ou não o envase da mesma.
3. Transporte da mistura: Após a aprovação realizada pelo controle de qualidade, a mistura do boulle é direcionada para o tanque 1, onde este possui tubulações conectadas a ele e uma bomba que transporta a mistura para o tanque 2, em seguida uma outra tubulação e bomba transporta a mistura para um pasteurizador (a temperatura de pasteurização para molhos é de 88° C / 91 °C).
4. Envase: Após passar pelo pasteurizador a mistura é direcionada por uma tubulação para o tanque da máquina e logo em seguida é iniciado o envase das embalagens, estas percorrem o interior da máquina sendo envasadas pelo bico dosador.
5. Resfriamento: Após o envase, os produtos percorrem uma esteira que lança pequenos jatos de água fria, para o resfriamento dos mesmos, em seguida os produtos vão para a parte do encaixamento.
6. Encaixamento: Os produtos são colocados em caixas, em seguida as caixas são seladas e codificadas.
7. Paletização: As caixas são colocadas de forma manual em pallets e em seguida são direcionadas para o estoque onde seguirão posteriormente para a expedição.

4.4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

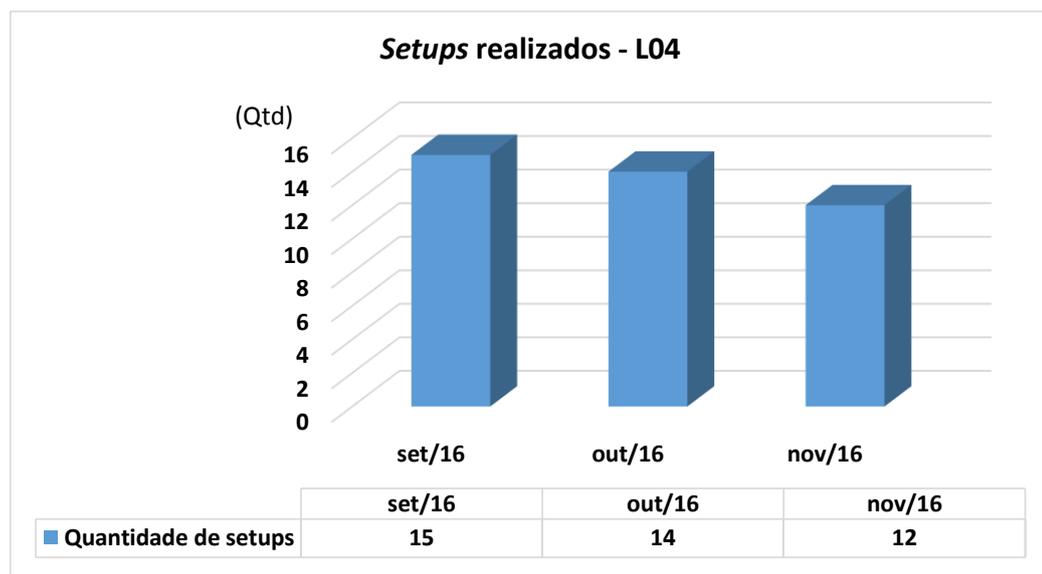
O problema consiste nas operações de *setup* do molho A1 para o molho A2, sendo que os resultados obtidos com a análise desse *setup* podem ser aplicados para os demais produtos da família A, bem como da família B, sendo que os itens da família B possuem atividades adicionais nas operações de *setup*, já que possuem gramatura diferente. Durante o *setup* de produto A para produto B, alguns componentes da máquina precisam ser ajustados o que acaba acarretando em um tempo adicional. A aplicação da Troca Rápida de Ferramentas será voltada apenas para os produtos da família A.

A linha em questão é a que possui o maior mix de produtos da fábrica (ao todo são 17 itens) o que conseqüentemente faz com que seja necessária uma grande quantidade de *setups*

para a produção dos mesmos. Levando em consideração que a linha representa 22% de todo volume de produção da empresa e que a demanda de tais produtos vem aumentando, viu-se a necessidade de redução de tempo de *setup* para maximizar a produção da linha, bem como promover o atendimento dos clientes no momento certo sem correr o risco de não conseguir entregar o pedido, e assim perder competitividade no mercado.

Foram utilizados valores históricos de quantidade e tempo de *setup* da linha em questão para a realização do projeto. A figura 6 apresenta a quantidade de setups de três meses anteriores a aplicação da TRF.

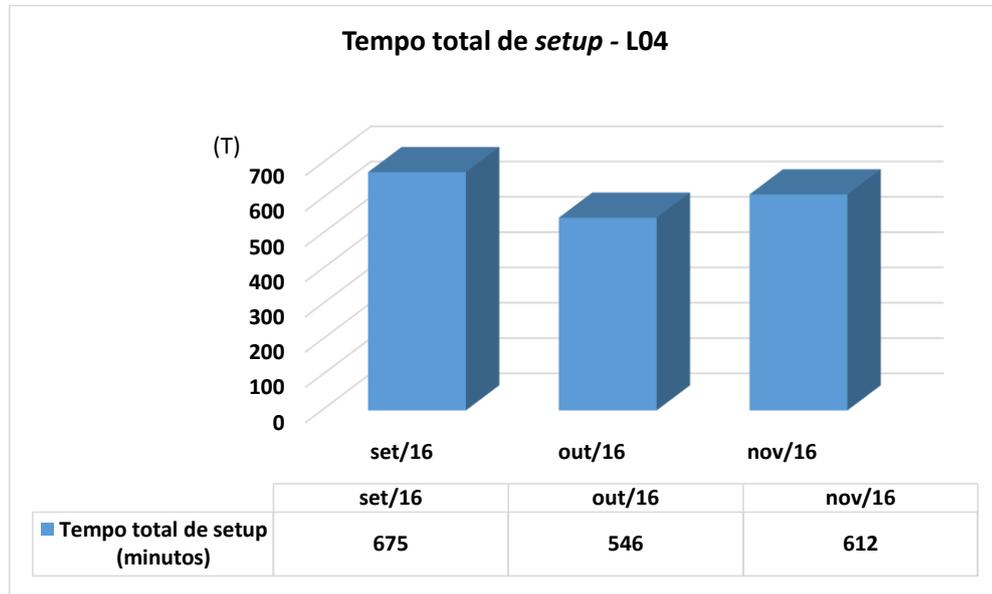
Figura 6 – Setups realizados – L04



Fonte: Autor (2017)

Os dados expostos na figura 6 foram obtidos em planilhas que a empresa possui com informações a respeito da linha de produção de molhos atomatados, onde de acordo com o mesmo pode-se observar que no mês de setembro houve uma maior quantidade de *setups*, e a menor quantidade de *setups* ocorreu no mês de novembro.

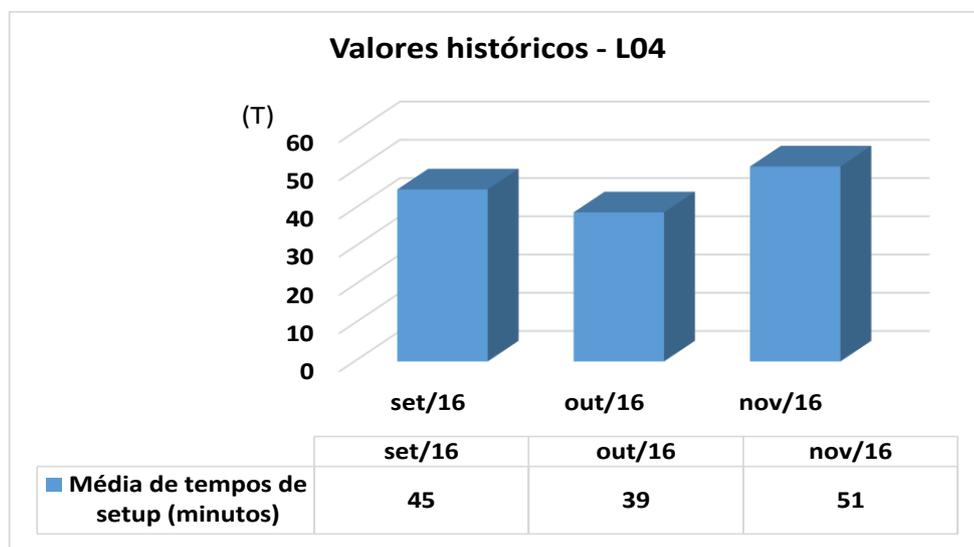
Os tempos totais (em minutos) de *setup* nos meses anteriores a aplicação da TRF serão apresentados a seguir, na figura 7.

Figura 7 – Tempo total de *setup* – L04

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a figura 7 percebe-se o alto tempo gasto com *setups* mensalmente, o tempo total mensal gasto está diretamente relacionado com a quantidade de *setups*, sendo que esta depende da demanda por mês, logo o tempo total de cada mês será diferente uns dos outros.

A figura 8 apresentada a seguir, expõe as médias de tempos de *setup* do histórico de três meses anteriores a implementação da metodologia TRF.

Figura 8 – Valores históricos – L04

Fonte: Autor (2017)

Conforme o exposto na figura 8 nota-se que a maior média de tempo de *setup* ocorreu no mês 1, e a menor no mês 2. A forma de execução das atividades necessárias para a troca de produtos impacta diretamente no tempo, alguns colaboradores fazem de uma forma e outros executam de uma outra maneira, a não padronização acaba acarretando em altos tempos de *setup*.

O gargalo do tempo de troca dos produtos A1 para A2 da família A, ou seja, as atividades de *setup* que duram mais tempo, são as atividades que envolvem toda a limpeza, tanto dos tanques por onde a mistura passa até o envase, quanto do interior da máquina. Como fica evidente na figura 9 que apresenta as principais operações de *setup*, a etapa limitante, o gargalo, corresponde ao processo de limpeza.

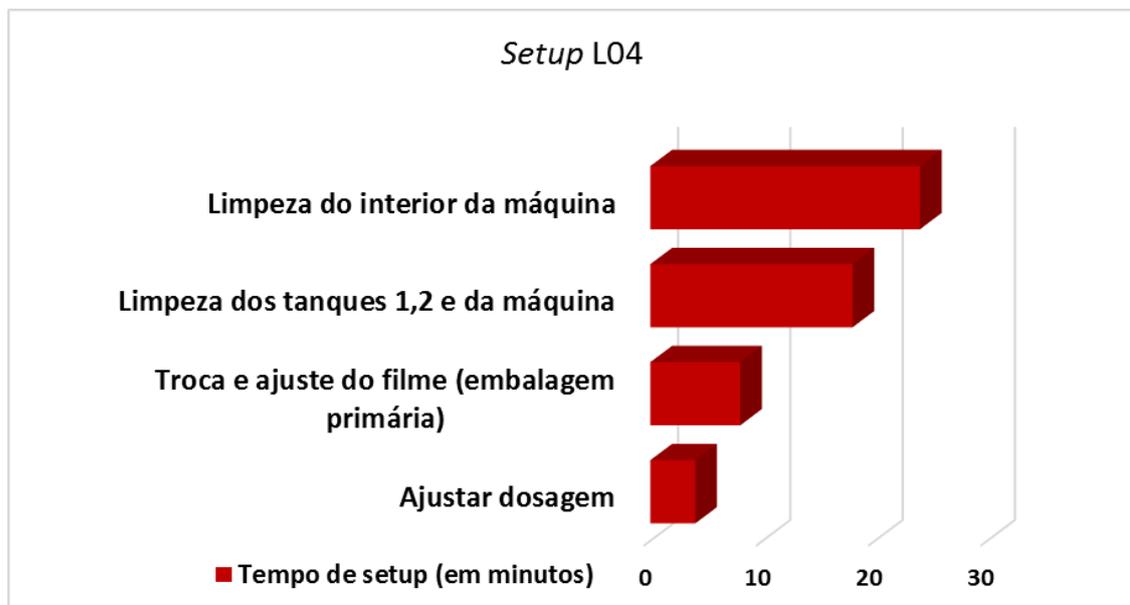


Figura 9 – Tempo de *setup* por etapa na L04

Fonte: Autor (2017)

As operações de *setup* de limpeza dos tanques e do interior da máquina são realizadas simultaneamente pelo operador da máquina e auxiliar, respectivamente. Assim que o operador termina a limpeza dos tanques ele troca o filme (embalagem primária) e ajusta o mesmo, em seguida ajusta a dosagem da máquina.

4.5 IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

Após a análise do problema, nota-se que é possível a implementação de um projeto de melhoria para a redução de tempo e otimização das operações de *setup*. Os benefícios obtidos com a implantação do projeto devem impactar significativamente nos resultados da empresa.

Para alcançar tais benefícios, foi realizado um projeto baseado no sistema TRF de Shingo (2000), levando-se em consideração aspectos apresentados por outros autores e estudiosos da área.

4.5.1 Planejamento – definição do grupo de trabalho

O grupo composto para realização do projeto possui integrantes de diferentes áreas, apresentando desta forma pessoas com conhecimentos distintos, de modo que estes contribuam com diferentes ideias e perspectivas. Os cinco Integrantes diretos foram:

- Estagiário de Engenharia de Produção: Um integrante.
- Coordenador da linha de produção: Um integrante.
- Operador de máquina– Stand-up pouch: Um integrante.
- Auxiliar de produção: Dois integrantes.

4.5.2 Definição da meta de redução

Com base na média dos valores históricos dos últimos três meses antes da aplicação da metodologia TRF, foi estabelecida pela gerência uma meta de redução de aproximadamente 33% do tempo de *setup* do produto A1 para o A2. A proposta foi de reduzir o tempo de *setup* de 45 minutos para aproximadamente 30 minutos.

O projeto proporcionaria um ganho de produtividade de cerca de 145.200 caixas por ano dos produtos em questão, ganho este calculado através do volume de produção que seria aumentado devido à maior disponibilidade da linha.

4.5.3 Análise do estado atual

O grupo fez a análise do registro áudio visual de tempo de *setup* do produto A1 para o A2 e listou todas as atividades de *setup* e seus respectivos tempos. Inicialmente foi realizado o acompanhamento dos *setups in loco*. Foram filmadas com uma câmera todas as atividades de

setup dos produtos em questão, posteriormente foi feita uma análise do vídeo, onde foi elaborada uma lista com todas as atividades de acordo com a sequência de execução das mesmas e seus respectivos tempos. Como exposto na Figura foram identificadas 16 atividades ao todo durante o tempo de troca. Cada cor do gráfico representa as atividades executadas pelo operador e dois auxiliares, respectivamente. A figura 10 ficou definida como o registro do antes, ou seja, como o *setup* era realizado antes de haver mudanças e melhorias.

Figura 10 – Registro do antes.

N ^o	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	TEMPO DE INÍCIO	TEMPO DE TÉRMINO	TEMPO DA ETAPA
OPERADOR				
1	Trazer novo filme do almoxarifado para a linha de produção	00:00:00	00:03:00	3 min
2	Tirar o filme da máquina	00:03:00	00:04:00	1 min
3	Colocar novo filme	00:04:00	00:06:00	2 min
4	Ajustar o filme na máquina (manualmente)	00:06:00	00:08:00	2 min
5	Limpar o tanque 1 (Transportar água para limpar a tubulação e a direcionar para o tanque 2)	00:08:00	00:17:00	9 min
6	Ajustar o filme na máquina (Ajustar fotocélulas)	00:17:00	00:23:00	6 min
7	Procurar chave de tubulação para abrir o tanque da máquina	00:23:00	00:26:00	3 min
8	Limpar o tanque 2 (Transportar água pela tubulação, limpar pasteurizador, tanque da máquina e filtro e direcionar a água para o esgoto)	00:26:00	00:32:00	6 min
9	Limpar o tanque da máquina (Tampa e interior) com a mangueira	00:32:00	00:35:00	3 min
10	Ligar a bomba para transportar o produto pela tubulação	00:35:00	00:37:00	2 min
11	Ajustar dosagem do molho (direcionar o molho da bandeja para o recipiente correto)	00:37:00	00:41:00	4 min
12	Ligar máquina (embalagens desperdiçadas)	00:41:00	00:42:00	1 min
AUXILIAR 1				
13	Limpar os bicos, mordças e o restante dos componentes do interior máquina	00:05:00	00:15:00	10 min
14	Limpar a bandeja da máquina	00:19:00	00:23:00	4 min
15	Limpar os bicos, mordças e o restante dos componentes do interior máquina	00:23:00	00:33:00	10 min
AUXILIAR 2				
16	Destinar o reprocesso para o local adequado	00:05:00	00:08:00	3 min
			Total (minutos)	42 min

As atividades apresentadas na figura 10 são todas realizadas como atividades interna. Isso está em consonância com a abordagem de shingo (2000) que segundo sua metodologia, inicialmente as atividades de *setup* interno e externo não se distinguem.

4.5.4 Identificação de *setup* interno e externo

Após a elaboração da lista com todas as atividades de *setup* apresentado na figura 11 e seus respectivos tempos, foi feita uma análise para definir quais atividades poderiam ser feitas com a máquina funcionando (*setup* externo) e com a máquina parada (*setup* interno). Vale salientar que no registro do antes notou-se que nenhuma das atividades eram executadas com a máquina em funcionamento, ou seja, os colaboradores não realizavam nenhuma atividade de *setup* externo.

Figura 11 - Identificação de *setup* interno e externo.

N ^o	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	Separação
		Esta atividade poderia ser feita com a máquina funcionando?
OPERADOR		
1	Trazer novo filme do almoxarifado para a linha de produção	S
2	Tirar o filme da máquina	N
3	Colocar novo filme	N
4	Ajustar o filme na máquina (manualmente)	N
5	Limpar o tanque 1 (transportar a água para limpar a tubulação e a direcionar para o tanque 2)	S
6	Ajustar o filme na máquina (Ajustar fotocélulas)	N
7	Procurar chave de tubulação para abrir o tanque da máquina	S
8	Limpar o tanque 2 (transportar água pela tubulação, limpar pasteurizador, tanque da máquina e filtro e direcionar a água para o esgoto)	N
9	Limpar o tanque da máquina (Tampa e interior) com a mangueira	N
10	Ligar a bomba para transportar o produto pela tubulação	N
11	Ajustar dosagem do molho (direcionar o molho da bandeja para o recipiente correto)	N
12	Ligar máquina (embalagens desperdiçadas)	N
AUXILIAR 1		
1	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina	N
2	Limpar a bandeja da máquina	N
3	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina	N
AUXILIAR 2		
1	Destinar o reprocesso para o local adequado	N

Fonte: Autor (2017)

A figura 11 apresenta uma coluna com a seguinte questão: Esta atividade poderia ser feita com a máquina funcionando, dependendo da resposta S para sim e N para não, a atividade vai ser transformada em *setup* externo ou não, que é o próximo estágio conceitual da metodologia TRF.

4.5.5 TRANSFORMAÇÃO DAS ATIVIDADES DE *SETUP* INTERNO EM EXTERNO

Esse estágio da metodologia consiste em transformar as atividades que antes eram feitas com a máquina parada (*setup* interno) em atividades que serão feitas com a máquina em funcionamento (*setup* externo), tais atividades foram identificadas no estágio anterior. Primeiramente as atividades de *setup* interno foram analisadas para saber quais poderiam ser transformadas em *setup* externo, em seguida foi elaborada uma lista com tais atividades. A figura 12 apresenta as três atividades que sofreram essa alteração e o que foi feito para que tal mudança pudesse ser feita.

Figura 12 – Transformação de *setup* interno para externo.

Descrição das atividades	Conversão	O que será feito para converter essa atividade?
Trazer novo filme do almoxarifado para a linha de produção	S	Antes da máquina parar, o auxiliar deve buscar o filme no almoxarifado
Limpar o tanque 1 (transportar a água para limpar a tubulação e a direcionar para o tanque 2)	S	Antes da máquina parar, o operador deve fazer a limpeza do tanque 1 e da tubulação do mesmo
Procurar chave de tubulação para abrir o tanque da máquina	S	Antes da máquina parar, o auxiliar deve verificar se as ferramentas estão no local correto

Fonte: Autor (2017)

4.5.6 Racionalização das operações de *setup*

Após a transformação das atividades de *setup* interno para *setup* externo, procurou-se encontrar formas de melhorar as demais atividades, como diria Shingo (2000), racionalizar as operações de tempo de *setup*. Após a análise do vídeo do *setup*, notou-se que o operador fazia uma atividade desnecessária que era puxar o restante de filme do produto anterior com as próprias mãos e depois ligava a máquina para ajustar o filme que seria utilizado no próximo produto, sendo que ele poderia ajustar de uma única vez ao colocar a máquina para funcionar, logo pode-se eliminar essa atividade de puxar com as mãos o filme do produto anterior.

A maior parte das atividades de tempo de *setup* eram executadas pelo operador da máquina como pode-se notar na figura, diante disso foi concluído que o mesmo encontrava-se sobrecarregado com tantas atividades, viu-se então a oportunidade de fazer uma melhor distribuição de tais atividades entre os outros colaboradores (dois auxiliares que também participam do tempo de *setup*), logo as melhorias implementadas não foram de mudanças na forma como as atividades eram feitas, mas sim por quem eram feitas.

Não foi possível converter a forma como as atividades eram feitas, pois só podiam ser realizadas de tal forma, ou não foi descoberta uma forma de converter. Os auxiliares foram treinados para executarem as atividades que antes apenas o operador executava. As figuras a seguir apresentam o antes e depois da melhor distribuição de atividades entre os envolvidos nas operações de *setup*, bem como após a eliminação da atividade de ajustar o filme manualmente.

Figura 13 – Registro do antes da distribuição de atividades.

N^o	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Operador	
1	Trazer novo filme do almoxarifado para a linha de produção
2	Tirar o filme da máquina
3	Colocar novo filme
4	Ajustar o filme na máquina (manualmente)
5	Limpar o tanque 1 (transportar a água para limpar a tubulação e a direcionar para o tanque 2)
6	Ajustar o filme na máquina (Ajustar fotocélulas)
7	Procurar chave de tubulação para abrir o tanque da máquina
8	Limpar o tanque 2 (transportar água pela tubulação, limpar pasteurizador, tanque da máquina e filtro e direcionar a água para o esgoto)
9	Limpar o tanque da máquina (Tampa e interior) com a mangueira
10	Ligar a bomba para puxar o produto pela tubulação
11	Ajustar dosagem do molho (direcionar o molho da bandeja para o recipiente correto)
12	Ligar máquina (embalagens desperdiçadas)
Auxiliar 1	
1	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina
2	Limpar a bandeja da máquina
3	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina
Auxiliar 2	
1	Destinar o reprocesso para o local adequado

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a figura 13 que retrata a situação antes da implementação da TRF, o operador encontrava-se sobrecarregado com 12 atividades, sendo que dessas atividades 4 poderiam ser feitas pelos auxiliares, que acabam ficando ociosos por terem um número menor de atividades que duram menos tempo, logo percebe-se que não havia uma distribuição adequada das atividades entre os responsáveis pela execução das atividades de *setup* da linha de produção de molhos atomatados.

Figura 14 – Registro do depois da distribuição de atividades

N ^o	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
OPERADOR	
1	Tirar o filme da máquina
2	Colocar novo filme
3	Ajustar o filme na máquina (Ajustar fotocélulas)
4	Limpar o tanque pulmão (tampa e interior) da máquina utilizando a mangueira
5	Ligar a bomba para puxar o produto pela tubulação
6	Ajustar a dosagem do molho (direcionar o molho da bandeja para o recipiente correto)
7	Ligar máquina (embalagens desperdiçadas)
AUXILIAR 1	
1	Limpar tanque 1 (puxar a água para limpar a tubulação e a direcionar para o esgoto)
2	Destinar o reprocesso para o local adequado
3	Limpar a bandeja da máquina
4	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina
AUXILIAR 2	
1	Verificar se as ferramentas estão no local adequado (estilete, fita, Chave de tubulação)
2	Trazer novo filme do almoxarifado para a linha de produção
3	Limpar o tanque 2 (puxar água pela tubulação, limpar pasteurizador, tanque da máquina e filtro e direcionar a água para o esgoto)
4	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior da máquina

Fonte: Autor (2017)

A partir da figura 14 é possível notar que as atividades estão distribuídas de uma melhor forma, o operador está com 7 atividades e cada auxiliar está com 4 atividades. Diante do exposto percebe-se a importância de uma melhor distribuição de atividades tanto para redução

de tempo de *setup*, quanto para uma melhor saúde e segurança do trabalho, já que com uma distribuição mais igualitária de atividades, as mesmas se tornarão menos monótonas, o que consequentemente tornará o trabalho menos cansativo e fatigante, e reduzirá o risco de ocorrer algum acidente ou desmotivação por parte dos funcionários.

4.5.7 Padronização

A padronização foi a etapa final do projeto, após a aplicação de todos os estágios conceituais da TRF ao tempo de *setup* do molho A1 para o A2 da L04, foi elaborado um padrão com as atividades a serem feitas com a máquina funcionando (*setup* externo) e com a máquina parada (*setup* interno), bem como com os responsáveis a executarem tais atividades (Operador e auxiliares). Espera-se que com o cumprimento do padrão, os tempos de *setup* se mantenham dentro do tempo estabelecido que foi de 18 minutos. A figura abaixo apresenta o novo padrão.

PADRÃO PROVISÓRIO DE SETUP				
Nº	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	TEMPO INÍCIO	TEMPO TÉRMINO	TEMPO ETAPA
OPERADOR				
1	Tirar o filme da máquina	00:00:00	00:01:00	1 min
2	Colocar novo filme	00:01:00	00:03:00	2 min
3	Ajustar o filme na máquina (Ajustar fotocélulas)	00:03:00	00:09:00	6 min
4	Limpar o tanque pulmão (tampa e interior) da máquina utilizando a mangueira	00:09:00	00:12:00	3 min
5	Ligar a bomba para puxar o produto pela tubulação.	00:12:00	00:14:00	2 min
6	Ajustar a dosagem do molho (colocar o produto da bandeja no recipiente adequado)	00:14:00	00:17:00	3 min
7	Ligar máquina (embalagens desperdiçadas)	00:17:00	00:18:00	1 min
Máquina produz itens sem defeitos				
AUXILIAR 1				
1	Limpar tanque 1 (transportar a água para limpar a tubulação e a direcionar para o esgoto)	Máquina Funcionando		9 min
2	Destinar o reprocesso para o local adequado	00:00:00	00:03:00	3 min
3	Limpar bandeja da máquina	00:03:00	00:07:00	4 min
4	Limpar os bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior máquina	00:07:00	00:18:00	11 min
AUXILIAR 2				
1	Verificar se as ferramentas estão no local adequado (estilete, fita, Chave de tubulação)	Máquina Funcionando		3 min
2	Trazer novo filme	Máquina Funcionando		5 min
3	Limpar o tanque 2 (transportar água pela tubulação, limpar pasteurizador, tanque pulmão e filtro e direcionar a água para o esgoto)	00:00:00	00:09:00	9 min
4	Limpar bicos, mordanças e o restante dos componentes do interior da máquina	00:09:00	00:18:00	9 min
Total :				18 min

Figura 15 – Padrão provisório de *setup*

Fonte: Autor (2017)

O padrão apresentado na figura 15 foi repassado para os colaboradores, ficou acordado com o operador, que ele treinasse os auxiliares nas atividades que fazia antes como: limpeza do tanque 1, do tanque 2, tanque da máquina e tubulação. O treinamento foi acompanhado e quando os auxiliares se mostraram aptos a executarem tais atividades, o padrão foi cumprido da forma correta, operador e auxiliares realizando as atividades estabelecidas no padrão. Os colaboradores conseguiram executar o padrão da maneira correta e no tempo estabelecido.

4.6 RESULTADOS OBTIDOS

A meta de redução proposta pela gerência da empresa era reduzir o tempo de *setup* de 45 minutos para 30 minutos, porém os resultados obtidos com a implantação do projeto foram mais positivos do que a meta estipulada, houve uma redução de 53% do tempo total de *setup*, de 45 minutos (média de três meses anteriores a aplicação da TRF) foi reduzido para 21 minutos (média de dois meses posteriores a aplicação da TRF). Com a implantação do projeto de redução de tempo de *setup* na L04, ficou evidente a redução de tempo, bem como a melhor distribuição das atividades entre os funcionários responsáveis pelo tempo de troca da linha de produção estudada. A seguir será apresentado na figura abaixo a evolução do tempo médio de *setup* entre os itens A1 e A2 antes e depois da implementação da TRF. Os dados dos meses 1, 2 e 3 são de antes da aplicação da TRF, e os dados dos meses 4 e 5, são pós aplicação da TRF.

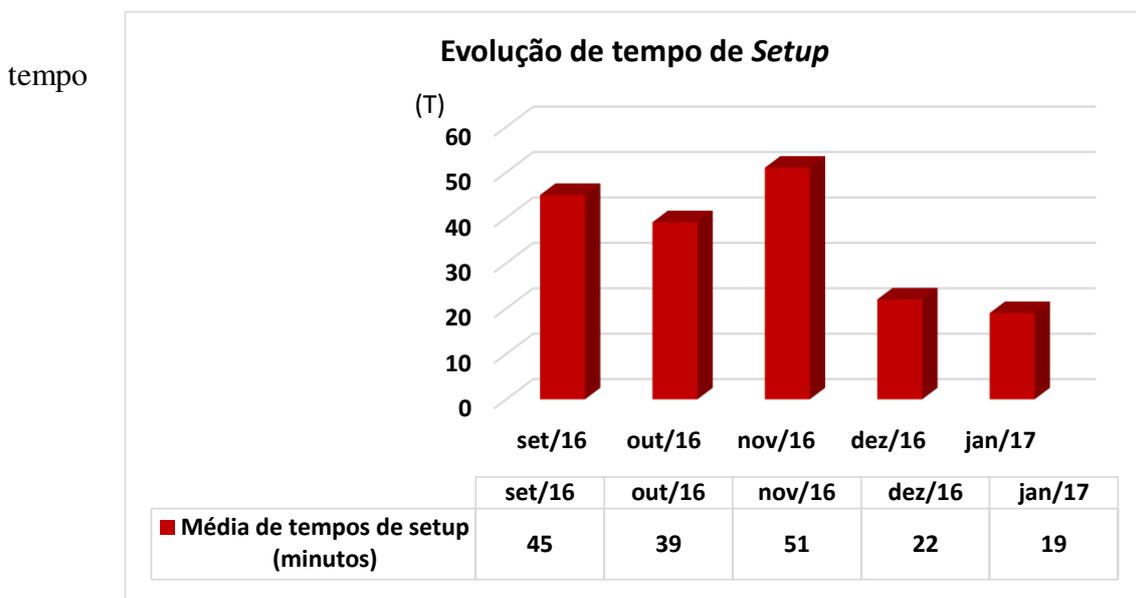


Figura 16 –
Evolução de
de *setup*

Fonte: Autor (2017)

De acordo com os dados apresentados na figura 16, percebe-se que houve uma redução significativa dos tempos de *setup*, quando comparado o antes e depois da implementação da TRF. Além dos ganhos que serão obtidos em produtividade a médio e longo prazo para empresa, os benefícios para os colaboradores foram imediatos após a execução das atividades estabelecidas no padrão, já que os mesmos, relataram que estavam muito satisfeitos, pois as atividades estavam mais bem distribuídas, e que todos estavam cientes de todas as atividades

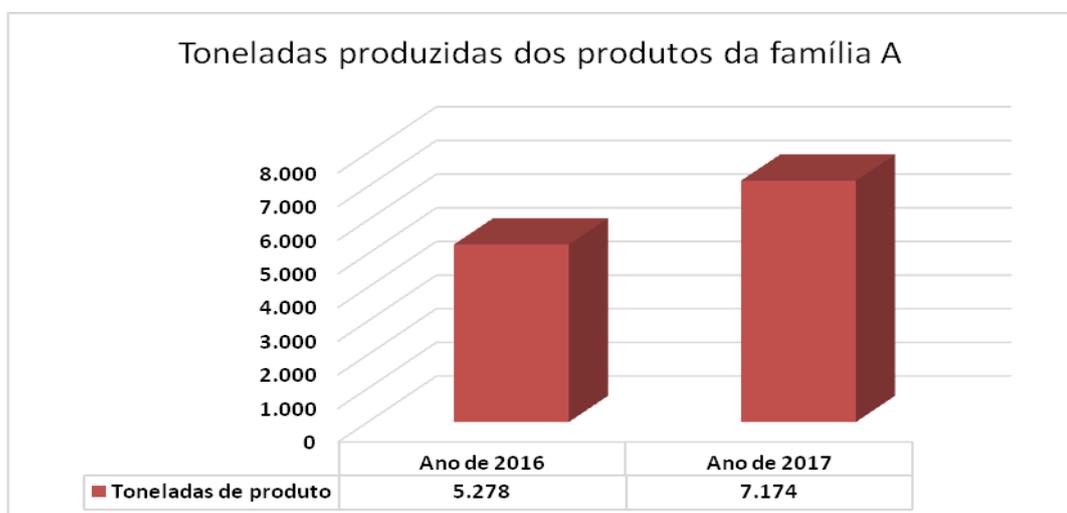
que deveriam executar antes mesmo da máquina parar, visto que antes da aplicação da TRF, os auxiliares esperavam o operador pedir pra eles executarem as atividades.

Os colaboradores se mostraram muito envolvidos e engajados para reduzir o tempo de troca dos produtos da linha em questão, o que fez com que os resultados fossem tão positivos. Algo notório depois da aplicação da TRF foi a melhoria dos cinco sentidos (5S) da área, visto que com a padronização das atividades houve um impacto significativo na organização, e limpeza da área. Os operadores e auxiliares percorrem menores distâncias e há uma melhor distribuição de atividades entre os mesmos o que proporciona uma maior segurança e saúde para estes.

Na fase de conversão de *setup* interno para externo, três das dezesseis atividades sofreram tal modificação, sendo que o padrão estabelecido após a análise do *setup* contém quinze atividades, pois uma foi eliminada, tendo em vista que a mesma era desnecessária. Diante disso ainda existe uma grande potencial de melhoria, a partir da aquisição contínua de um maior conhecimento a respeito do método, de buscar maximizar o efeito de tal etapa da TRF na linha de produção analisada.

Foi levantado a quantidade de toneladas produzidas, bem como a quantidade de *setups* dos produtos da família A da linha de produção em estudo no ano de 2016, a partir deste levantamento foi feita uma comparação, caso no ano de 2017 ocorra a mesma quantidade de *setups* com a média de tempo dos meses após a aplicação da TRF. A figura 17 expõe a quantidade de toneladas, no ano de 2016, e no ano de 2017, caso neste ano ocorra a mesma quantidade de *setups* que no ano anterior com a média de tempo de 21 minutos (média de 2 meses após a aplicação da TRF).

Figura 17 – Toneladas produzidas dos produtos da família A



Fonte: Autor (2017)

A figura 17 apresenta a quantidade de toneladas produzidas no ano de 2016, e uma visão futura da quantidade de toneladas no ano de 2017, caso o tempo de *setup* se mantenha dentro da média dos dois primeiros meses após a aplicação da TRF. O aumento da quantidade de toneladas no ano de 2017 comparado a 2016 foi de 1.896 toneladas. Para a obtenção de tais resultados em produtividade é importante ressaltar que devem ser realizadas outros tipos de melhorias como reduzir as quebras e falhas de equipamentos, redução da quantidade de reprocesso, falhas no processo, sobrepeso entre outros fatores que afetam a produtividade e eficiência da linha. A redução de tempo de *setup* trará resultados positivos, porém os aspectos citados devem ser levados em consideração, sendo assim faz-se necessário a criação de outros grupos de melhoria para a tratativa desses fatores.

5 CONCLUSÕES

A metodologia de Troca Rápida de Ferramentas, desenvolvida por Shingeo Shingo, tem como objetivo a redução de tempo de *setup*. Esse tema é bastante enfatizado no Sistema Toyota de Produção, filosofia explorada neste trabalho por sua eficácia e aplicabilidade nas indústrias.

De maneira mais aprofundada, foi estudado a metodologia de Troca Rápida de Ferramentas, uma das técnicas do STP, que visa uma redução significativa do tempo de *setup*. Através da análise e avaliação do caso apresentado, em uma linha de produção de molhos atomatados pertencente a uma indústria localizada no nordeste do Brasil, ficou evidente os benefícios que tal ferramenta pode proporcionar. Os benefícios obtidos com a aplicação de tal metodologia foram: redução do tempo de *setup*, possível aumento de produtividade a longo prazo, operadores e auxiliares mais satisfeitos devidos a padronização e melhor distribuição de atividades entre os mesmos o que proporciona uma maior segurança e saúde para estes.

Para enfatizar, o principal resultado obtido foi a redução do tempo gasto para realizações do *setup*, o qual houve uma redução de 53% do tempo total, de 45 minutos (média de três meses anteriores a aplicação da TRF) foi reduzido para aproximadamente 21 minutos (média de dois meses posteriores a aplicação da TRF), o que proporcionaria um ganho de produtividade de 1.896 toneladas a mais que no ano de 2016, caso o tempo se mantenha dentro do padrão e a quantidade de *setups* seja equivalente a do ano de 2016. Tal redução foi mais positiva do que a meta pré-estabelecida pelo grupo de trabalho que era de 30%, porém o tempo ainda não está de acordo com o objetivo traçado pela metodologia de Shingo (2000), cuja meta é um tempo inferior a dez minutos.

O presente trabalho foi pioneiro na indústria em questão, a equipe ainda não apresentava experiência nem conhecimento pleno a respeito do tema. Fica claro a relevância que a aplicação dos conceitos de TRF podem ter em uma linha de produção ou em um processo específico, entretanto também ficou evidente que o trabalho precisa de um esforço de todos os envolvidos, para que sejam obtidos resultados positivos com a aplicação da metodologia, pois as dificuldades são diversas e os resultados não são fáceis de alcançar.

REFERÊNCIAS

- CAUCHIK MIGUEL, P. A. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CULLEY, A. R. Miteham. **Improving changeover performance – A strategy to becoming a lean, responsive manufacture**. 1. ed. S. 1. Butterworth Heinemann, 2001.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FERRAZ, J. A. **Manufatura enxuta: o caso da Becton Dickinson**. Juiz de Fora, 2006. 42p. Graduação, Universidade Federal de Juiz de Fora.
- FOGLIATTO, F. & FAGUNDES, P. **Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. Revista Gestão & Produção, v. 10, n. 2, p. 163 - 181, 2003.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just in Time**. Japão, Revista Produção, Vol. 5, n. 2, p. 169-p.189, 1995.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
- GOUBERGEN, D. & LANDEGHEM, H. **Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design**. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, p. 205 - 214, 2002.
- LEÃO, S. R. D. C. **Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva**. Revista Produção Online. Vol. 9, n.1, p. 227. ISSN 1676-1901, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2007.
- MATTOS, M.G; ROSSETTO JÚNIOR, A.J; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação**. São Paulo: Phorte, 2003.

MICHALISZYN, M. S.; TOMASINI, R. **Pesquisa: orientações e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos**. 4. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro (RJ): Vozes, 2008.215 p.

MOURA, R.A. **Redução do tempo de *setup*: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. São Paulo: IMAN, 110 p., 1996.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. **Prerequisites for the Implementation of the SMED Methodology - a Study in a Textile Processing Environment**. International Journal of Quality e Reliability Management, v. 18, n. 4, p. 404-414, 2001.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. trad.: Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SEVERIANO, D. **Disseminação de melhores práticas em uma indústria automobilística mundial**. Curitiba: 2007.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. trad.: Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.