CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS PLÁSTICAS: UM ESTUDO DE CASO

Diego Coletti Schuck

Lajeado, dezembro de 2014

Diego Coletti Schuck

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS PLÁSTICAS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário UNIVATES, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Rogério Antônio Kober

Lajeado, dezembro de 2014

Diego Coletti Schuck

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS PLÁSTICAS: UM ESTUDO DE CASO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção do CETEC e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador:
Prof. Rogério Antônio Kober, UNIVATES
Mestre pela UFRGS – Porto Alegre, Brasil.

Banca Examinadora:

Prof. Adriana Belmonte Bergmann, UNIVATES
Mestre pela UFRGS – Porto Alegre, Brasil.

Prof. Cláudio Roberto do Rosário, UNIVATES
Mestre pela UNISC – Santa Cruz do Sul, Brasil.

Coordenador do Curso de Engenharia de Produção
Prof. Manfred Costa

Lajeado, 09 de dezembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Felipe e Sandra, que me ensinaram os reais valores da vida, sempre me incentivando na busca de meus ideais e me ajudando a enfrentar os obstáculos surgidos nesta trajetória e ao meu irmão e grande amigo, Felipe, pela disposição, pela força e energia transmitida.

Ao meu orientador, Prof. Rogério Antônio Kober, por todo auxílio, dedicação, otimismo e constante motivação transmitida.

Aos meus colegas e amigos da Tamplastec Tampas Plásticas, pela disposição, cooperação e atenção dedicada neste período, cedendo-me as informações necessárias e contribuindo para a realização deste estudo de caso.

A todos os meus amigos e professores, que com amizade, companheirismo e presteza, estiveram junto comigo em mais esta importante conquista de minha vida.

Meu muito obrigado a todos vocês!

"A qualidade nunca é um acidente, é sempre o resultado da intenção elevada, esforço sincero, direção inteligente e execução hábil. Ela representa a sábia escolha de muitas alternativas".

(William A. Foster)

RESUMO

A inovação tem papel importante nos sistemas produtivos modernos. Inovações em processos são utilizadas para melhorar e otimizar o processo de fabricação de produtos, e geralmente por serem menos tangíveis que inovações no produto final, acabam por passarem desapercebidas. A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma metodologia inovadora diretamente ligada à melhoria no processo produtivo. Envolve a separação e conversão de operações de *setup* internas em externas, visando à redução do tempo total e padronização do *setup*. Possibilita melhor resposta às flutuações de demanda, redução nos *lead times* e eliminação dos desperdícios no chão de fábrica. Este estudo tem o propósito de aplicar a metodologia TRF em uma empresa, do ramo de injeção de tampas plásticas, a qual lida com constantes trocas de matrizes em seu processo produtivo. O objetivo é apresentar uma proposta de melhoria para redução dos tempos de *setup* e padronização das operações. Durante o estudo é realizado um mapeamento das operações que compõe o *setup* através de conversas com os operadores, cronometragem dos tempos e filmagens. Diante da análise da situação atual do *setup*, busca-se através da aplicação da TRF por reduzir a sua duração e criar um procedimento formal com o sequenciamento das atividades.

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

ABSTRACT

Innovation plays an important role on modern production systems. Process innovations are focused on production process improvements and optimizations. By being less tangible than product innovation, this kind of innovation usually do not receive its required importance. Single Minute Exchange of Die (SMED) is an innovative methodology that focuses on production processes improvements. It involves the separation and conversion of internal setup operations into external ones. SMED implementation makes possible for organizations to respond to demand fluctuations, reduce their lead times and eliminate wastes on the production floor. The purpose of this study is to implement the SMED methodology in a plastic caps injection molding facility, which deals with constant tool changeovers in its production process. It focuses on presenting an improvement proposal for setup time reduction and padronization. During the study, a mapping of all setup operations is conducted through dialogue with the operators, measurement of times and filming of the process. After analyzing the current situation of the setup by applying the SMED methodology, the study focuses on reducing setup times and creating a procedure with sequencing of all activities.

Keywords: Single Minute Exchange of Die. Setup. Wastes. Toyota Production System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A produção contribui para a estratégia empresarial atingir cinco "objetivos de desempenho" 22
Figura 2 – Processo de redução de perdas: aumentando a densidade do trabalho humano 30
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução 31
Figura 4 – Tempo *setup* 35
Figura 5 – O tamanho do lote econômico 40
Figura 6 – SMED 42
Figura 7 – Fluxograma para aplicação das oito técnicas TRF 44
Figura 8 – Fluxograma do Processo da Empresa 57
Figura 9 – Formulação de uma Tampa Produzida 58
Figura 10 – *Layout* da empresa 59
Figura 11 – Esquema de uma máquina injetora 60
Figura 12 – Esquema de um molde de três placas 61
Figura 13 – Mesa de armazenamento das matrizes 64
Figura 14 – Lubrificação das cavidades da matriz 65
Figura 15 – Olhal fixo na matriz 65
Figura 16 – Presilhas que prendem a matriz na máquina injetora 66
Figura 17 – Aquecimento do bico de injeção 67
Figura 18 – Melhorias – itens 02, 03 e 04 78
Figura 19 – Melhorias – item 08 79
Figura 20 – Rede PERT/CPM 82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tempos das trocas de matrizes cronometradas 68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre os Sistemas Ford e Toyota 27
Quadro 2 – Visão tradicional versus *Just in Time* 34
Quadro 3 – Plano de Ação - 5W2H 75
Quadro 4 – Atividades dependentes no novo *setup* 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeito do tempo de *setup* no tempo de fabricação unitário 38
Tabela 2 – Efeito do tempo reduzido de *setup* no custo do produto 39
Tabela 3 – Quantidade de troca de matrizes em 2014 62
Tabela 4 – Tempo médio por atividade do *setup* 69
Tabela 5 – Classificação das operações do *setup* atual 70
Tabela 6 – Ganho no tempo total de *setup* 83
Tabela 7 – Percentual de redução dos tempos por atividade 83
Tabela 8 – Ganho financeiro com a redução dos *setups* 84

LISTA DE ABREVIATURAS

ERP – *Enterprise Resource Planning*

EVA – Etil, Vinil e Acetato

GM - General Motors

JIT – *Just in Time*

LEP - Lote Econômico de Produção

MTO – *Make-to-order*

PCP - Planejamento e Controle da Produção

PDCA - *Plan-Do-Check-Act*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

STP - Sistema Toyota de Produção

TOC - *Theory of Constraints*

TPE - Tempo de Preparação Externo

TPI - Tempo de Preparação Interno

TQC - Controle de Qualidade Total

TRF - Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 Temas e objetivos 16
1.2 Justificativa 17
1.3 Delimitação do estudo 19
1.4 Estrutura do trabalho 19

2 REVISÃO DE LITERATURA 21
2.1 Sistemas de produção modernos 21
2.2 Vantagens competitivas 22
2.2.1 Qualidade 23
2.2.2 Rapidez na entrega 24
2.2.3 Custo 24
2.2.4 Flexibilidade 25
2.2.5 Confiabilidade na entrega 26
2.2.6 Inovação 26
2.3 Sistema Toyota de produção 26
2.3.1 STP x Ford 27
2.3.2 Manufatura enxuta 28
2.3.3 As formas de desperdício 30
2.3.3.1 Superprodução 30
2.3.3.2 Espera 31
2.3.3.3 Transporte 32
2.3.3.4 Processamento 32
2.3.3.5 Estoque disponível 32
2.3.3.6 Movimento 33
2.3.3.7 Produtos defeituosos 33
2.3.3.8 A oitava perda: subutilização da capacidade humana 33
2.3.4 *Just in Time* 33
2.4 *Setup* 35
2.4.1 Passos básicos em uma operação de *setup* 36
2.4.2 Estratégias tradicionais para melhorar o *setup* 36
2.4.2.1 Estratégias que envolvem habilidades 37
2.4.2.2 Estratégias que envolvem grandes lotes 38
2.4.2.3 Estratégias que envolvem lote econômico 39

2.4.3 Troca Rápida de Ferramentas (TRF) 40
2.4.3.1 Composição das atividades de *setup* 41
2.4.3.2 Estágios conceituais 41
2.4.3.3 As oito técnicas para aplicação da TRF 43
2.4.4 Vantagens da redução do *setup* 46
2.4.5 Outras ferramentas para melhorar o *setup* 46
2.4.5.1 Kaizen 47
2.4.5.2 Padronização 47
2.4.5.3 5S 48

3 METODOLOGIA 49
3.1 Tipo de pesquisa 49
3.1.1 Quanto aos fins 50
3.1.2 Quanto aos meios 51
3.2 Local de estudo 51
3.3 Coleta de dados 52
3.3.1 Materiais e sujeitos da pesquisa 52
3.4 Análise dos dados 53
3.5 Apresentação dos dados 53
3.6 Limitações dos métodos 54

4 ESTUDO DE CASO 55
4.1 A empresa 55
4.2 Descrição do processo 56
4.2.1 Análise crítica dos pedidos 56
4.2.2 O processo produtivo 57
4.2.2.1 Injetoras 59
4.2.2.2 Matrizes 61
4.2.3 Descrição dos procedimentos atuais de *setups* 62
4.2.3.1 Estágio Inicial: análise da atual situação do *setup* 63
4.2.3.1.1 Descrição do *setup* atual 63
4.2.3.1.2 Tempos de *setup*s atuais 68
4.2.3.2 Estágio 1: análise da operação 70
4.2.3.3 Estágio 2 e 3: conversão, racionalização e eliminação das operações 72
4.2.3.4 Propostas implementadas 78
4.2.3.5 Novo *setup* com um operador auxiliar 79
4.2.3.6 Rede PERT/CPM do novo *setup* 81
4.3 Resultados e discussão 83
4.3.1 Avaliação financeira das melhorias 84

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 85

REFERÊNCIAS 87

GLOSSÁRIO 91

APÊNDICES 92
APÊNDICE A – Modelo de Ordem de Produção 93
APÊNDICE B – Tempos antes das melhorias 94
APÊNDICE C – Tempos após as melhorias 95

ANEXOS 96
ANEXO A – Tabela de Controle dos Pedidos 97
ANEXO B – Foto da talha 98

1 INTRODUÇÃO

O ambiente em que as empresas de manufatura estão inseridas tem sido crescentemente turbulento: a concorrência apresenta-se mais eficiente, os mercados demandam por um amplo *mix* de produtos com ciclos de vida cada vez mais reduzidos e os fornecedores nem sempre alcançam níveis desejáveis de qualidade nos produtos e serviços oferecidos, por estarem eles também, inseridos neste mercado turbulento. Este cenário direciona as organizações a uma condição limitada de previsibilidade e estabilidade e, portanto, demanda uma capacidade crescente de reagir positivamente às mudanças ambientais, ou, em outras palavras, de desenvolver flexibilidade (CORRÊA, 1993).

As organizações flexíveis são aquelas que adequam-se às demandas latentes do mercado, obtendo um diferencial competitivo frente à seus concorrentes, proporcionando um nível de satisfação mais elevado por parte dos seus clientes.

Ferraz et al. (1997) define a competitividade como a capacidade de uma empresa formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Os sinais do mercado e a eficiência produtiva, "interpretados" (em função de percepções e das decisões de gestão) pela capacidade acumulada das empresas, refletem, por sua vez, as estratégias competitivas vigentes. Essa habilidade compete às empresas que são capazes de converter as recentes informações e mudanças (oscilações) do mercado em benefícios para os seus processos internos, com maior agilidade que os concorrentes.

Busca-se de alguma forma traduzir a competitividade por intermédio da relação insumo-produto praticada pela empresa, isto é, na capacidade da empresa de transformar

insumos em produtos com o máximo de rendimento. Podemos citar a versão da competitividade por eficiência, que é associada à capacidade de uma indústria em produzir bens com maior eficácia que os concorrentes no que se refere a preços, qualidade, tecnologia, salários, e produtividade, estando relacionada às condições gerais ou específicas em que se realiza a produção da empresa quando comparada com a concorrência (FERRAZ et al., 1997).

Neste contexto, o maior objetivo dos sistemas de produção tem sido aumentar a eficiência da produção, pela eliminação consistente e completa de desperdícios (OHNO, 1997). Segundo Womack et al. (1998) uma solução para sanar o desperdício é o pensamento enxuto. O termo enxuto é utilizado no sentindo de produzir mais com menos, ou seja, utilizar menos recursos, menos tempo, menos movimentação, menos defeitos e ao mesmo tempo agregar valor aos produtos.

A melhoria da performance da produção consiste no aperfeiçoamento contínuo das operações, que resulta em um incremento de competitividade e produtividade. É necessário que a cultura vigente na empresa, no que tange a adoção de melhorias nos sistemas de produção, esteja alinhada com as expectativas crescentes dos consumidores para que a função produção mantenha-se sempre próxima as metas da organização.

Harmon (1993) ressalta que a redução no tempo, custos e complexidade do *setup* de máquinas é a mais fácil, barata e rápida das melhorias que as fábricas podem realizar. Hay (1992) afirma que a eliminação deste desperdício resulta em um processo de fabricação dinâmico, tornando-se uma ferramenta estratégica para a organização. Conforme Moura (1996), o *setup* compreende todas as tarefas necessárias a partir do instante em que se tenha finalizado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha produzido a primeira peça do lote posterior.

De acordo com Shingo (2000), um recurso utilizado para contribuir na redução destes tempos de *setup* é o conceito de Troca Rápida de Ferramentas (TRF), o qual consiste em analisar e reduzir significativamente a indisponibilidade dos equipamentos nos processos produtivos.

1.1 Temas e objetivos

Este trabalho de conclusão aborda como tema principal o sistema de Troca Rápida de

Ferramentas e suas consequências em um processo de fabricação de tampas plásticas para embalagens metálicas (aerossóis). A empresa em análise atua no ramo de injeção de termoplásticos, fornecendo tampas de diversos diâmetros e alturas para os segmentos: cosmético e químico.

O objetivo principal deste trabalho é consolidar procedimentos padrões de *setups*, para as máquinas injetoras de plástico, focados na redução dos tempos de trocas das matrizes.

Como objetivos secundários têm-se:

- Descrever o processo produtivo da empresa em questão;

- Mencionar como são programadas e executadas as trocas de matrizes atualmente;

- Mapear e efetuar um estudo dos tempos, descrevendo as etapas do *setup* realizado nas máquinas injetoras;

- Propor, a partir da análise realizada, melhorias nos *setups* das máquinas.

- Comparar os dois modelos, elencando os ganhos/resultados obtidos.

1.2 Justificativa

O desafio de aumentar a competitividade, flexibilizar a produção (volumes e tamanhos de lotes), diferenciar-se no mercado interno perante a concorrência e aperfeiçoar o processo produtivo, exige a quebra do sistema tradicional vigente na empresa (quebra de paradigma).

Segundo Slack et al. (2002), todos os fatores fundamentais da competitividade estão devidamente inseridos no campo de atuação da função da manufatura, tendo a competitividade influenciado diretamente sobre os indicadores de performance (aspectos de desempenho):

- Fabricação de produtos sem erros;

- Entregas rápidas aos clientes;

- Manutenção invariável dos prazos prometidos de entrega;

- Habilidade de introduzir novos produtos em prazos adequados;

- Oferecer uma faixa de produtos larga o suficiente para satisfazer as exigências do cliente;

- Habilidade de modificar quantidades ou datas de entrega, conforme a demanda do cliente;

- Habilidade da empresa em oferecer produtos a preços que, ou superam a concorrência, ou possibilitam maior margem de lucro, ou ambos.

Stalk (1993) considera que uma organização flexível detém de uma importante fonte de vantagem competitiva, já que a mesma torna-se mais veloz no seu sistema de entregas e no desenvolvimento de novos produtos. A flexibilidade representa então um caminho para alcançar fins como: confiabilidade, custo e velocidade. A confiabilidade aprimora-se através da flexibilidade, pois esta auxilia a lidar com as interrupções inesperadas no fornecimento. Já os custos são minimizados com a melhor e total utilização dos equipamentos e recursos disponíveis. A velocidade aumenta com a redução do tempo de ciclo através da eliminação de atividades não agregadoras de valor durante a preparação de máquinas.

De acordo com Oliveira (2008), para que a fábrica produza com flexibilidade e atenda às demandas do mercado, a indisponibilidade dos equipamentos e perdas de produtividade devem ser minimizadas ao máximo. Fatores estes, considerados vitais para manterem as empresas competitivas no segmento de atuação.

A empresa em análise almeja, através de seus processos, suprir a demanda e necessidades de seus clientes com produtos de alta qualidade, preços justos e cumprimento dos prazos de entrega. Para atingir a satisfação do cliente e surpreendê-lo em certas situações, é de suma importância a implementação de ferramentas que auxiliem na melhoria do processo produtivo. Devido ao *mix* no portfólio de produtos ofertados pela empresa (diâmetros variados de tampas), os processos demandam trocas de matrizes, gerando dificuldades ao setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP).

A padronização e o incremento da velocidade nestas operações de *changeover* podem proporcionar a fabricação de lotes menores, aumento na produtividade, redução de perdas e obtenção de capacidade adicional de produção.

1.3 Delimitação do estudo

O estudo será realizado na Tamplastec Tampas Plásticas, localizada na Avenida dos Quinze, 1160, no município de Lajeado-RS. A empresa atua no ramo de injeção de artefatos de plástico, tendo como principal item de seu portfólio, tampas para o segmento de embalagens metálicas em aerossol.

O tema abordado no trabalho em questão refere-se à área produtiva da indústria, tendo como foco a troca rápida de ferramentas, procurando reduzir o tempo de *setup* das máquinas e padronizar as operações de troca de matrizes. A execução deste estudo compreendeu o período do primeiro e segundo semestre do ano de 2014, e foi efetuada em uma máquina injetora.

Caso venha a se obter sucesso na implementação deste estudo, a melhoria será replicada para as demais máquinas injetoras e matrizes que a empresa utiliza em seu processo industrial.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução ao contexto dos sistemas produtivos atuais, procurando demonstrar a importância do desenvolvimento de capacidades competitivas e da redução completa dos desperdícios no chão de fábrica, que propiciam melhor resposta às mudanças do mercado e tornam o processo mais eficiente. Este capítulo também abrange os temas e objetivos abordados no trabalho, bem como justificativas e delimitações do estudo.

O segundo capítulo contempla uma revisão de literatura. É a parte onde constam todas as teorias e conhecimentos que serviram como embasamento para a construção deste trabalho. Apresenta uma breve descrição sobre os sistemas de produção modernos, relacionando e conceituando as vantagens competitivas e sua importância na estratégia empresarial. Descreve o Sistema Toyota de Produção, produção enxuta e *Just in Time*, com ênfase na eliminação dos sete desperdícios, que são detalhados individualmente ao longo do capítulo. Também é definido o conceito de *setup*, apresentando estratégias e técnicas para reduzir seu tempo através de trocas rápidas de ferramentas.

No terceiro capítulo são descritos os métodos utilizados na elaboração deste trabalho. Aborda o tipo de pesquisa quanto aos meios e fins, a delimitação do local, o método para levantamento de dados, a forma do tratamento dos dados e as limitações dos métodos.

O quarto capítulo apresenta um breve descritivo da empresa, contemplando seus processos internos e principais equipamentos utilizados na produção de uma tampa plástica. Descreve também o estudo de caso, que detalha o processo de troca de matrizes e o analisa de acordo com os conceitos e técnicas propostos pela metodologia TRF. Apresenta propostas de melhorias e os resultados de algumas implementações.

No quinto capítulo são apresentadas considerações e conclusões referentes ao estudo e propostas para futuros trabalhos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica abordando os conteúdos que servem de alicerce para o entendimento e aplicação da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas.

2.1 Sistemas de produção modernos

Os sistemas de produção modernos compreendem uma ampla gama de modelos, conceitos e métodos de gestão. Abordagens como a do Sistema Toyota de Produção (STP), do *Lean Manufacturing*, do Controle de Qualidade Total (TQC), da Teoria das Restrições (TOC) e dos sistemas integrados de gestão, buscam de maneira contínua e sistemática pela implantação de sistemas produtivos cada vez mais flexíveis e focados nas necessidades do mercado (ANTUNES, 2008).

Diferente do modelo fordista, surgido no início do século XX, caracterizado pela produtividade em larga escala com baixa flexibilidade e diversificação, os sistemas modernos tendem a buscar simultaneamente por vantagens competitivas que propiciam maior flexibilidade, velocidade de entrega, confiabilidade, menor custo, qualidade elevada e constante inovação.

O entendimento destes critérios competitivos e suas implicações é fator decisivo no processo de melhoria dos sistemas de produção, de modo que exercem grande contribuição para o aumento da competitividade da empresa.

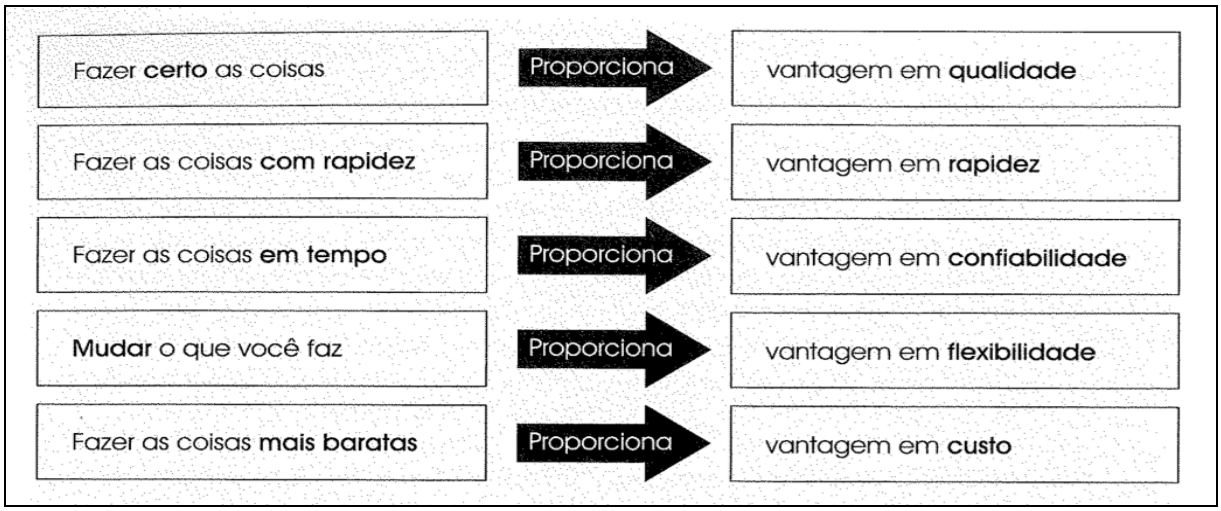
2.2 Vantagens competitivas

O sucesso competitivo da empresa de uma forma global é resultado direto de suas funções de operação industrial gerarem um desempenho mais elevado do que qualquer dos seus concorrentes (SLACK et al., 2002).

Slack et al. (2002, p. 20) afirma que a vantagem em operação industrial significa "fazer melhor". Para o autor, esta expressão significa cinco pontos básicos:

> Significa fazer certo - não cometer erros, fazer produtos que realmente são o que devem ser produtos sem erros e sempre de acordo com as especificações de projeto. Através desse conceito a operação industrial dá uma "vantagem de qualidade" à empresa;
> Significa fazer rápido - fazer com que o intervalo de tempo entre o início do processo de operação industrial e a entrega do produto ao cliente seja menor do que a concorrência. A operação industrial proporciona uma "vantagem velocidade" à empresa;
> Significa fazer pontualmente - manter a promessa de prazos de entrega, ou alternativamente, aceitar as datas de entrega solicitadas pelo cliente e cumpri-las pontualmente. Fazer pontualmente também aborda as entregas internas, ou seja, para clientes internos. Com isso a operação industrial dá à empresa a "vantagem da confiabilidade";
> Significa mudar o que está sendo feito - ser capaz de variar e adaptar a operação, seja porque as necessidades dos clientes são alteradas, seja devido a mudanças no processo de produção causadas, talvez, por mudança no suprimento dos recursos. Significa estar apto a mudar quando e o quanto seja necessário e com rapidez suficiente. Com isso a função da operação industrial dá à empresa a "vantagem da flexibilidade";
> Significa fazer barato - fabricar produtos a custos mais baixos do que os concorrentes conseguem administrar. A longo prazo, a única forma de conseguir isto é através da obtenção de recursos mais baratos e/ou transformando-os mais eficientemente do que os concorrentes.

Figura 1 – A produção contribui para a estratégia empresarial atingir cinco "objetivos de desempenho"



Fonte: Slack et al. (1999).

A Figura 1 ilustra o inter-relacionamento entre os cinco objetivos de desempenho propostos por Slack, ou seja, mesmo que todos eles sejam importantes e diferenciem-se em grau de importância, devem ser levados em consideração para que seja atingido um equilíbrio e sinergia em sua implementação.

Nos itens 2.2.1 a 2.2.5 os cinco critérios de desempenho são tratados conceitualmente.

2.2.1 Qualidade

Para Maximiano (2002), a qualidade é um conjunto de características que quando agregado a um valor, satisfazem as necessidades do cliente, por mais ou menos atrativas que elas sejam.

De acordo com Slack et al. (2002, p. 33):

> A qualidade, mais do que qualquer outro objetivo de desempenho, tem uma vantagem que lhe dá grande poder motivacional – ninguém discorda dela. Qualidade é “fazer certo”, é “fazer o que deveríamos estar fazendo”, é “não cometer erros”, é ser “livre de erros”.

Slack et al. (1999), afirma que para ocorrer o melhoramento da produção na área da qualidade deve-se levar em conta:

- O número de defeitos por unidade produzida;

- A quantidade de refugo;

- O tempo médio entre as falhas nas operações;

- E a quantidade de consumidores satisfeitos.

Para Juran (1998), qualidade significa a ausência de defeitos – a ausência de erros que geram retrabalho ou insatisfação dos clientes. Neste caso, o significado de qualidade é direcionado para custos, e portanto, alta qualidade geralmente resulta em menos custos para a empresa.

2.2.2 Rapidez na entrega

Caon et al. (2004) define que a velocidade de entrega está diretamente ligada à necessidade do cliente adquirir determinado produto, então, existe a importância da organização conhecer o mercado no qual está inserido. Fornecedores com alta capacidade de demanda de seus produtos podem ter na velocidade da entrega um fator competitivo.

Segundo Slack (1993), a rapidez na entrega vem se tornando um critério decisivo na conquista de novos clientes e mercado. Quanto mais um pedido ou um lote demora em qualquer operação, mais despesas ele atrai. A velocidade na entrega beneficia não só aos clientes, mas inclusive a organização e as empresas fornecedoras, pois os clientes ficam satisfeitos com o cumprimento dos prazos estabelecidos, os fornecedores se beneficiam com o aumento do fluxo de materiais e as organizações conseguem diminuição de custos.

2.2.3 Custo

Slack (1993) relata que os custos são reduzidos pela velocidade das operações. A qualidade mais alta funciona como um redutor de custos. Menos erros dentro das operações refletem na redução direta dos refugos, dos retrabalhos e dos desperdícios. A redução dos custos nem sempre é repassada aos preços, aumentando assim a margem de lucro.

Slack et al. (2002), afirma que a produção industrial de baixo custo é uma meta legítima e desejável para as organizações, mesmo quando o sucesso competitivo não é prioritariamente uma questão de vencer a concorrência nos preços.

Segundo Day (2001, p. 44):

> As organizações forçadas pelo cliente acreditam, erroneamente, que vale a pena perseguir todos os clientes e que estes devem receber tudo o que quiserem. Em pouco tempo os clientes aprendem a explorar isto, ameaçando mudar de fornecedor caso a última oferta de um concorrente não seja igualada. Com isso, os custos sobem e cresce a pressão sobre os preços.

O custo é afetado por outros objetivos de desempenho, portanto, para melhorar o desempenho dos custos é importante aprimorar os demais objetivos operacionais (SLACK et al., 2002).

2.2.4 Flexibilidade

De acordo com Ballard & Howell (1997) apud Santos et al. (2004), na tradicional forma de gestão da produção, a falta de cuidados em sincronizar as metas com os recursos disponíveis e as incertezas e variações no fluxo de trabalho são frequentemente resolvidas com a adequação de folgas de tempo e de recursos na produção. O conceito de flexibilidade busca exatamente o contrário para não danificar e aumentar os custos no sistema produtivo. A flexibilidade pode então ser definida como a capacidade dos equipamentos, materiais, componentes, elementos e processos produtivos em atender as exigências ou circunstâncias de produção e utilização mutáveis, sem que para isso ocorram variações significativas na quantidade de recursos necessários à sua produção e utilização.

Slack (1993) salienta que a flexibilidade é como um "amortecedor da operação", pois protege e permite que a produção não pare seu trabalho. A flexibilidade é uma estratégia de vantagem competitiva que auxilia as empresas a lidarem de uma melhor forma com as falhas de fornecedores internos e externos, com a expedição de pedidos prioritários, com as quebras de equipamentos, com os ajustes na demanda por produtos e com a adaptação de produtos a requisitos específicos dos clientes.

Slack (1993) apresenta algumas razões pelas quais os processos devem ser flexíveis:

- Lidar eficazmente com uma larga faixa de partes, componentes ou produtos existentes;

- Adaptar produtos a requisitos específicos dos consumidores;

- Ajustar níveis de saída para estar apto a corresponder às variações de demanda;

- Expedir pedidos prioritários ao longo da fábrica;

- Lidar com eventuais quebras de equipamentos;

- Proporcionar ajustes na capacidade quando a demanda for muito diferente do previsto;

- Absorver com rapidez possíveis falhas dos fornecedores (internos e externos);

- Adaptar-se a situações distintas, visto que pode não haver uma ideia clara de como

serão as demandas futuras.

2.2.5 Confiabilidade na entrega

Slack et al. (2002), menciona que honrar e cumprir as promessas de entrega, é considerado um ato de confiabilidade. É a outra metade do desempenho de entregas, junto com a rapidez nas entregas. Sem confiabilidade, os melhoramentos na velocidade, flexibilidade, qualidade e produtividade nunca alcançarão o seu inteiro potencial. À medida que os produtos são fornecidos nos prazos combinados, torna-se de grande valor a escolha de fornecedores que correspondam às expectativas. Caon et al. (2004), abordam que a fidelidade com que o fornecedor entrega seus compromissos, não só em termos de prazo, mas também em termos de quantidades, é um aspecto de competitividade que tende a ser crescentemente valorizado, pois, evita a necessidade de se manter altos índices de estoques de segurança, situação que as empresas tentam evitar.

2.2.6 Inovação

Slack (2002) define a inovação como sendo o sexto objetivo de desempenho. Para o autor, nos mercados mais disputados, as inovações constantes proporcionam uma rota particularmente efetiva para a vantagem competitiva. Uma organização que administra com sucesso o desenvolvimento de novos produtos entre os que oferecem, cria a oportunidade de ultrapassar seus concorrentes. Ao fazer duas inovações de produto enquanto os concorrentes fazem uma, tem-se o dobro de oportunidades de ultrapassá-los. Segundo Terra (2007), a cultura de inovação em toda a cadeia de valores é um dos fatores fundamentais para preservação da competitividade e sobrevivência das organizações.

2.3 Sistema Toyota de produção

O Sistema Toyota de Produção é uma abordagem única da empresa japonesa Toyota no que se refere à produção, sendo a base para a filosofia da “produção enxuta” que domina as tendências industriais nos últimos anos. Foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial,

em um período em que a Toyota, ao contrário da Ford e GM, passava por dificuldades empresariais. Seus concorrentes focavam na produção em massa, economia de escala e grandes equipamentos para produzir a maior quantidade com o menor custo possível. Com a influência do mercado reduzido resultante do pós-guerra, a Toyota precisou produzir vários e diferentes modelos de veículos na mesma linha de montagem. Isto somente foi possível com desenvolvimento de flexibilidade em suas operações (LIKER, 2005).

O mesmo autor salienta que a busca por flexibilidade nos processos auxiliou a Toyota a fazer uma descoberta: ao reduzir o *lead time* e concentrar-se em manter as linhas de produção flexíveis, ao mesmo tempo obtêm-se qualidade mais elevada, melhor resposta dos clientes, aumento de produtividade e otimização do espaço e dos equipamentos. O objetivo da Toyota naquela época, que era a eliminação do desperdício de tempo e material em cada etapa do processo produtivo, foi determinado para lidar com condições que ainda impactam as empresas no cenário atual: a necessidade de processo rápidos e flexíveis que proporcionem aos clientes o que eles desejam, quando desejam, com o máximo de qualidade e a um custo interessante.

2.3.1 STP x Ford

Para Shingo (1996), existem três características básicas que diferenciam o Sistema Toyota de Produção do sistema adotado por Ford: tamanhos reduzidos de lote, produção flexível com variedade de produtos e fluxo de peças unitárias, desde o processamento até a montagem final. O Quadro 1 apresenta um comparativo entre estas diferenças.

Quadro 1 – Diferenças entre os Sistemas Ford e Toyota

CARACTERÍSTICAS	FORD	TOYOTA	BENEFÍCIO
1. Fluxo de peças unitárias	Somente na montagem	Interligação do processo e montagem	Ciclos curtos, inventário de produtos acabados reduzidos, estoque intermediário pequeno
2. Tamanho do lote	Grande	Pequeno	Redução do estoque intermediário, produção contra pedido
3. Fluxo de Produto	Produto único (poucos modelos)	Fluxo misto (muitos modelos)	Redução do estoque intermediário, ajustes para mudanças, promove equilíbrio da carga

Fonte: Shingo (1996).

- *Operação de fluxo consistente das peças à montagem:* no Sistema Toyota todas as

peças são fabricadas em pequenos lotes, fluindo em fluxo contínuo e unitário diretamente para montagem final (SHINGO, 1996).

- *Lote grande versus produção em lotes pequenos:* Ford optava por produzir grande quantidade de poucos modelos, enquanto Toyota focava na produção de modelos variados em menor quantidade, decisão esta tomada por consequência das condições do mercado e demandas dos clientes. A produção em massa possui suas vantagens e de acordo com os fabricantes americanos geraria economias substanciais com depreciação das máquinas, troca de ferramentas, matrizes, custos mais baixos de produto e divisão do trabalho. No entanto, a estratégia de produção em grandes lotes resultou em estoques elevados de produtos acabados e estoques intermediários. O autor afirma que todas as justificativas que direcionam a optar por produzir em grandes lotes perdem o valor quando os tempos de *setup* são otimizados através da TRF (SHINGO, 1996).

- *Adoção da produção com modelos mistos no processo de montagem:* na produção com modelos mistos, a geração de estoques intermediários é eliminada, visto que são utilizados pequenos lotes. Esta estratégia favorece o planejamento e a resposta rápida às mudanças e flutuações do mercado (SHINGO, 1996).

2.3.2 Manufatura enxuta

Neste mercado de mudanças constantes e muitas vezes drásticas, é inviável uma empresa permanecer competitiva fazendo as coisas da mesma maneira por longos períodos. Percebe-se que a busca por melhorias é um fator essencial para manter a competitividade. A melhoria pode ocorrer através de um processo de melhoramento contínuo (*kaizen*) ou, por melhorias radicais (reengenharia de processos) (CORRÊA et al., 2009).

Rago (2003) define a manufatura enxuta como sendo uma série de processos flexíveis, que proporcionam menor custo e redução de perdas à produção. Este modelo de sistema produtivo, também possibilita às empresas fabricar um maior *mix* de produtos, além de entregá-los aos clientes com *lead times* mais curtos.

Womack et al. (1998) define três conceitos básicos da produção enxuta: fluxo, valor e perda.

Conceito de Fluxo de Processo e Operações

Um sistema produtivo é um conjunto complexo de processos que transformam insumos em produtos acabados através de operações. Um processo pode ser caracterizado pelo fluxo de materiais e informações e as operações pelo fluxo de equipamentos e operadores no tempo e espaço (SHINGO, 1996).

De acordo com Monden (1998) dois pilares sustentam o sistema:

- *Just in Time* (JIT) – é produzir o necessário, na quantidade necessária e no tempo necessário;

- Autonomação – é a automação com o auxílio da inteligência humana (operador), controle automático de defeitos.

Conceito de Valor

Valor é o ponto crítico e inicial do pensamento enxuto, ele é criado pelo fabricante, porém só pode ser definido e avaliado pelo consumidor final. Valor é aquilo que os clientes estão dispostos a pagar por determinado produto para suprir determinada necessidade (WOMACK et al., 1998). As organizações que desejam se encaixar na mentalidade enxuta devem identificar estas necessidades e satisfazê-las da melhor e mais completa forma a um preço específico.

Conceito de Perdas

As perdas, denominadas de *muda*, pelos japoneses, passaram a ser conceituadas como toda e qualquer atividade que gera custo e não adiciona valor ao produto (ANTUNES, 2008).

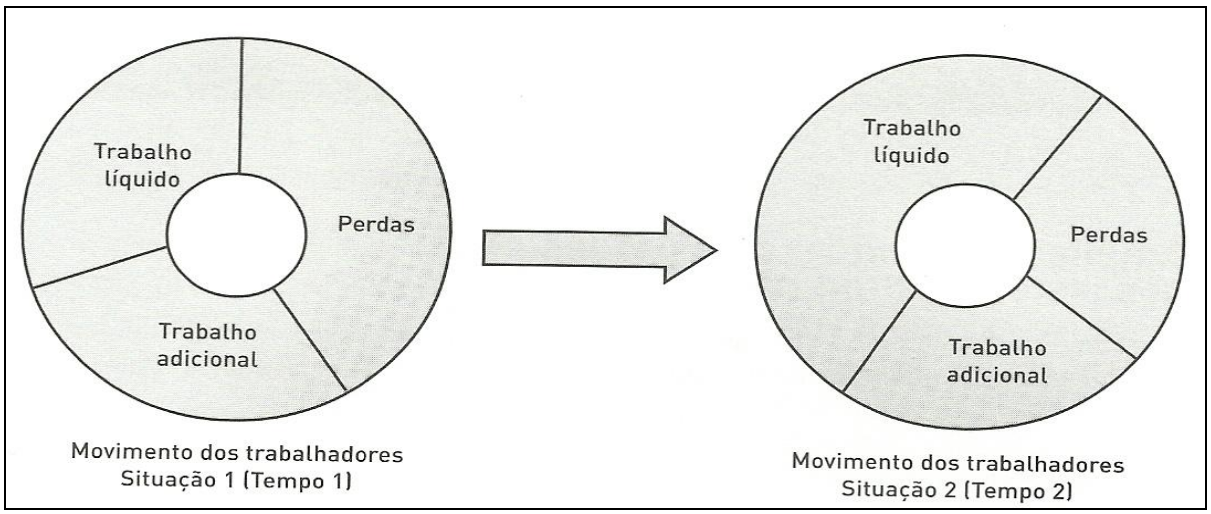
De acordo com Ohno (1997), ao pensar sobre a eliminação total de desperdícios deve-se analisar os seguintes pontos:

1) O aumento da eficiência somente é útil quando está associado à redução de custos. Para conseguir isso, deve-se produzir apenas o necessário com o mínimo de mão-de-obra;

2) Deve-se observar a eficiência de cada funcionário e de cada linha. Então, observar os operadores como um grupo, e depois a eficiência de todas as linhas. A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

Antunes (2008) salienta que na concepção do Sistema Toyota de Produção, uma consequência da aplicação sistêmica e sistemática da eliminação de perdas está relacionada ao aumento da densidade do trabalho humano. Ao aumentar a quantidade de tempo em que os funcionários executam tarefas que agregam valor, reduzindo o tempo de trabalho adicional, consequentemente haverá um incremento na qualidade do trabalho e na redução das perdas, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Processo de redução de perdas: aumentando a densidade do trabalho humano



Fonte: Antunes (2008).

2.3.3 As formas de desperdício

Antunes (2008) apresenta um maior detalhamento das perdas, propostas por Ohno e Shingo. Trata-se da noção de desperdícios diretamente relacionadas ao conceito do mecanismo da função produção. Os autores identificaram sete grandes desperdícios que devem ser controlados e eliminados: (i) perdas por superprodução; (ii) perdas por espera; (iii) perdas por transporte; (iv) perdas no processamento em si; (v) perdas nos estoques; (vi) perdas no movimento; (vii) perdas devido à fabricação de produtos defeituosos.

2.3.3.1 Superprodução

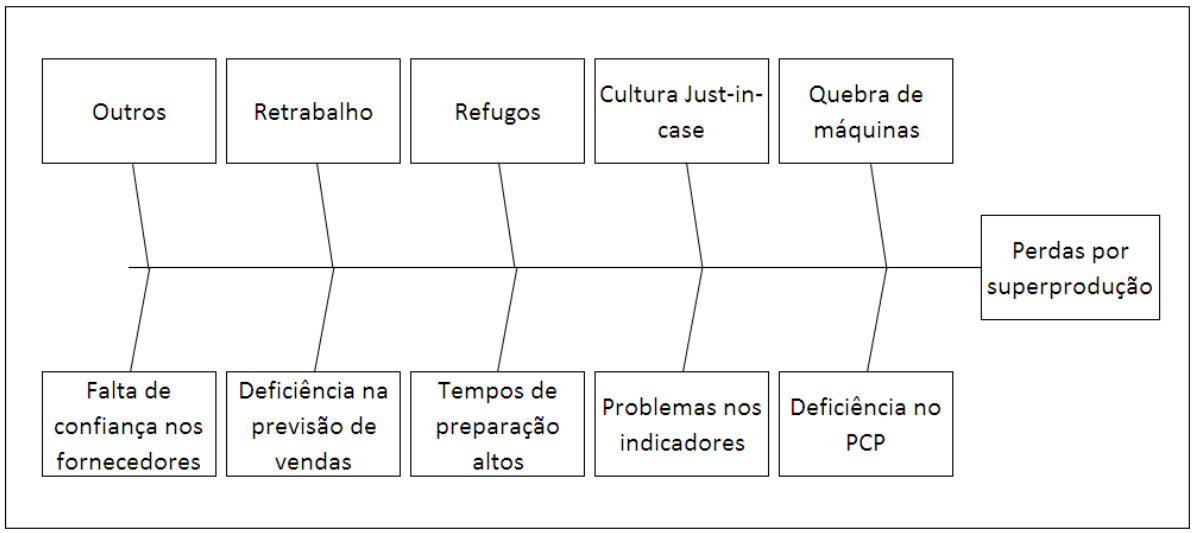
Shingo (1996) salienta que os desperdícios por superprodução podem ser divididos em dois tipos: perdas quantitativas e perdas antecipadas. A primeira refere-se a produzir mais produtos do que o necessário, visando possíveis defeitos que possam vir a ocorrer. Neste caso,

se ocorrerem poucos defeitos, as peças excedentes são desperdiçadas. Já a superprodução antecipada ocorre quando a empresa opta por fabricar um produto antes que ele seja necessário, tendo que arcar com os custos financeiros associados a esta operação e não seguindo o conceito do JIT.

Lewis (2005) afirma que superprodução é uma perda difícil de ser identificada e a mais prejudicial ao sistema. Além de implicar em estoques desnecessários, este desperdício faz com que o operador esteja envolvido em produzir mais do que a demanda, resultando em recursos não disponíveis para outras necessidades daquele momento, o que gera maiores *lead times* e diminui a confiabilidade e rapidez na entrega. A busca por flexibilidade no processo se torna um fator chave para eliminar este desperdício.

Antunes (2008) associa as perdas por superprodução à um conjunto de causas raízes, e identifica que para reduzir este desperdício deve-se atacar sistematicamente, seguindo um critério de prioridades, todas os fatores que causam a produção excessiva ou antecipada. O *Diagrama de Ishikawa* da Figura 3 apresenta as principais causas que resultam em perdas por superprodução.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução



Fonte: Antunes (2008).

2.3.3.2 Espera

As perdas por espera ocorrem quando os operadores ou máquinas não estão agregando valor para o produto, estando ociosos devido à paradas no processo ou aguardando pela

próxima etapa do processo. São longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre de materiais e em longos *lead times*. De acordo Júnior et al. (2002), a falta de balanceamento no processo produtivo implica na paralisação dos postos de trabalho, o que reduz a taxa de ocupação de equipamentos e paralisa a atividade humana. Os autores salientam que o *setup* de equipamentos é um exemplo de desperdício por espera, e que o estudo e aplicação da TRF tem por finalidade a redução deste tipo de perda.

2.3.3.3 Transporte

Slack et al. (2009) define que toda e qualquer movimentação de materiais dentro da fábrica ou no estoque não é vista como fonte de agregação de valor. Portanto, alterações no layout a fim de aproximar as etapas do processo, melhorias nos métodos de transporte e na organização do trabalho, podem resultar em redução de desperdícios.

2.3.3.4 Processamento

É o desperdício por processar o produto além do que o cliente deseja, adicionando especificações e etapas ao processo que não agregam valor significativo. Este desperdício é criado, na maioria das situações, no estágio de projeto do produto ou processo, na qual os engenheiros superestimam as especificações do cliente. A escolha por equipamentos e processos ineficientes também aumentam este desperdício (WILSON, 2010).

2.3.3.5 Estoque disponível

De acordo com Wilson (2010), todo estoque é considerado perda, ao menos que esteja diretamente relacionado com vendas. Para o autor, não há diferenças, seja estoque de insumos, produtos em processamento ou acabados, desde que não estejam condicionados à vendas, são todos tratados como fontes de desperdício.

Para Antunes (2008), estoques acarretam em elevados custos financeiros e na necessidade de maior espaço físico para a empresa. Portanto, deve-se estabelecer uma estratégia global que busque reduzir sistematicamente e continuamente a necessidade de

estoques.

2.3.3.6 Movimento

As atividades de movimentação de operadores ou peças são consideradas desperdícios quando ocorrem desnecessariamente, visto que além de não agregarem nenhum valor ao produto, podem ser descartadas. Slack et al. (2009) salienta que ao simplificar o trabalho pode-se reduzir consideravelmente os desperdícios com movimentação.

2.3.3.7 Produtos defeituosos

Perda por fabricação de produtos defeituosos consiste na fabricação de produtos que não atendem às especificações de conformidade exigidas pelo projeto e os requisitos de qualidade que o cliente deseja (ANTUNES, 2008). Produtos defeituosos são vistos como desperdícios, pois seu processo de fabricação utiliza recursos humanos, materiais e logísticos para gerar um item que não está de acordo com um padrão pré-estabelecido.

2.3.3.8 A oitava perda: subutilização da capacidade humana

São as perdas de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizado por não escutar e valorizar as capacidades dos funcionários. Para Rago et al. (2003), esta subutilização do talento das pessoas é a pior de todas as perdas em um sistema produtivo, pois é a chave para eliminar as demais.

2.3.4 *Just in Time*

O *Just in time* tem como ponto essencial a eliminação de perdas nos processos produtivos. É uma metodologia de apoio à Produção Enxuta, a qual enxerga a produção como constituída simultaneamente de fluxo, conversão e valor e tem como principais objetivos à estabilização do fluxo de trabalho e a redução das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1997 apud SANTOS, 2004).

Ohno (1997) define a expressão *Just in Time* como “no momento oportuno”. O autor refere-se às entregas aos clientes, no tempo certo e nas quantidades solicitadas, sem geração de estoques ou atrasos, que implicam diretamente na produtividade e na lucratividade.

Para Leite (2006), o JIT também pode ser visto como uma resposta à morosidade da administração tradicional, que permite os erros passivamente, como parte integrante do processo, ao contrário de buscá-los e solucioná-los de maneira constante. O Quadro 2 demonstra um comparativo entre a visão tradicional e o JIT.

Quadro 2 – Visão tradicional versus *Just in Time*

Item	**Visão Tradicional**	***Just in Time***
Qualidade	Conseguida com muito investimento e custo alto.	Decorrência natural do trabalho bem feito na primeira vez.
Especialização	Altos níveis de especialização nos escalões de comando.	Os funcionários são altamente especializados no âmbito operacional.
Mão de obra	Obedece às ordens superiores.	Participa e influencia a produção.
Fornecedores	Incentivo à disputa - inimigos.	Participam do processo, colaboradores.
Erros	São aceitáveis, resta corrigi-los.	Base do processo de melhoria.
Estoques	Mantém a produção funcionando.	Ocultam problemas, devem ser evitados.
Setup	É inevitável, não tem importância.	Deve ser reduzido ao mínimo possível.
Lead time	Maior tempo, melhor produção.	Deve ser reduzido ao mínimo possível.
Filas	Necessárias para manter a velocidade máxima das máquinas.	Não deve haver filas, a produção deve ser a tempo (JIT) sem paradas.
Automação	Dirige o trabalho para o produto final.	Pode valorizar a qualidade quando empregada de maneira adequada.
Custos	Redução pelo incremento no uso de máquinas; altas taxas de produção.	Redução pela velocidade com que o produto passa pela fábrica.
Flexibilidade	Pelo excesso da capacidade, de equipamentos, de estoques e de despesas administrativas.	Pela redução de todos os tempos gastos em todas as etapas internas da organização.
Lotes	Lote econômico de compra.	Quanto menor, melhor.
Fluxo	Empurrado através da fábrica.	Puxado através da fábrica via *Kanban*.

Fonte: Leite (2006).

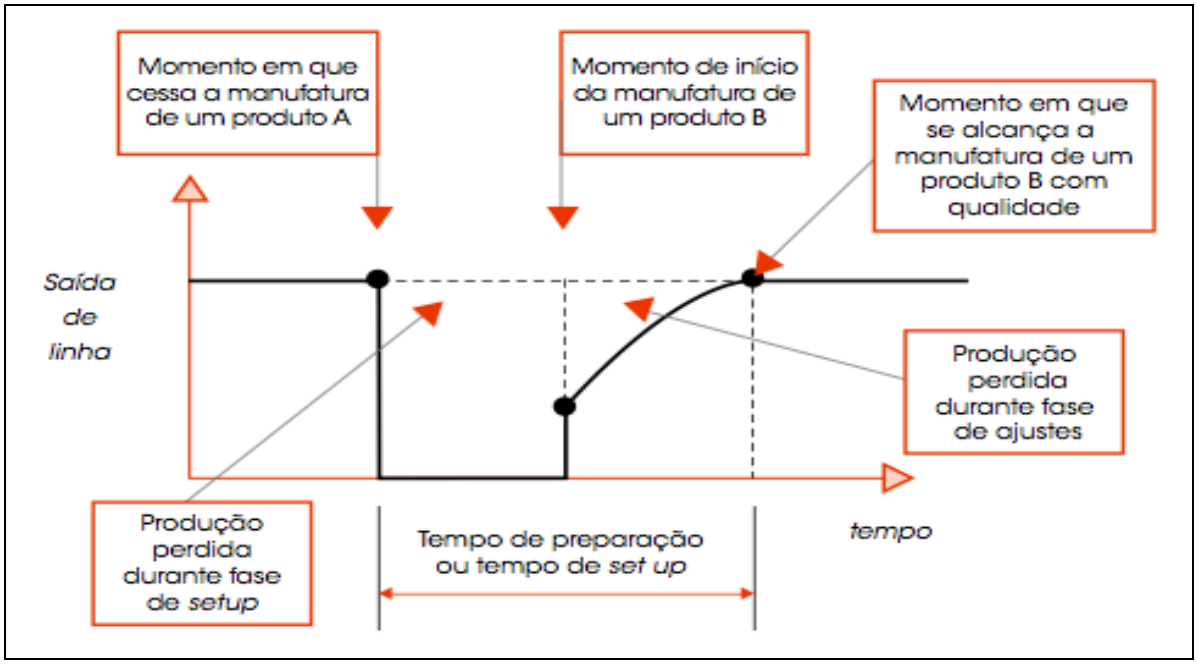
Santos (2004) afirma que o JIT tem entre seus aspectos mais importantes a otimização do tempo de preparação de máquinas e trocas de ferramentas. Isto porque, apesar das operações de *setup* ser atividades auxiliares ao processo, seu valor não é reconhecido pelo cliente. Todo tempo consumido no processo deve ser visto como um recurso de entrada e sua redução deve ser uma meta para a organização.

2.4 *Setup*

Para Shingo (2000) *setup* é tudo que antecede a uma operação, seja para sua preparação, regulagem, troca de ferramenta, dispositivos e outros.

Tempo *setup* ou tempo de preparação entende-se como "o tempo 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 feita a primeira peça do lote posterior" (MOURA, 1996). Ainda mais, as tentativas para obter a primeira peça com qualidade do lote seguinte também devem ser consideradas parte do *setup*.

Figura 4 – Tempo *setup*



Fonte: Culley (2001) apud Bacci et al. (2005).

A Figura 4 exemplifica o conceito de *setup*, demonstrando o intervalo de tempo dispendido desde a produção da última peça do produto A até a o momento em que a primeira peça do produto B é produzida dentro dos padrões exigidos de qualidade. Verifica-se que o período utilizado para *setup* e ajustes pode ser visto como tempo de produção perdida.

Santos et al. (1999) apud Muller (2007) ressalta que a operação de *setup* não agrega valor ao produto, e portanto, seu tempo ideal de execução deve tender a zero. À medida que o tempo é otimizado, passa-se a disponibilizar maior capacidade produtiva para processamento e consequentemente eleva-se a produtividade.

Para Bacci (2005), o tempo total de *setup*, antes de passar por um processo de melhoria, engloba: “atividades como troca de ferramentas ou de equipamentos, transporte de ferramentas, produção de algumas peças de novo lote, inspeção dessas peças e ajustes da máquina, tantas vezes necessários até que se consiga produzir peças de qualidade aceitável”.

O mesmo autor ressalta que o tempo da operação de *setup* pode levar horas, sendo que as consequências da ineficiência no *setup* causam aumento do custo de produção, interrupção na programação, geração de ociosidade e, principalmente, deficiência no atendimento de prazos prometidos aos clientes.

2.4.1 Passos básicos em uma operação de *setup*

Santos (2006) salienta que em qualquer operação de *setup*, indiferente da máquina ou equipamento em análise, existem quatro atividades básicas e padrão a serem executadas por qualquer empresa:

1) Preparação, ajuste e checagem (novos materiais e ferramentas).

2) Remoção da ferramenta antiga e instalação da nova ferramenta na máquina.

3) Medições, ajustes de parâmetros e calibrações (ferramentas e máquinas).

4) Produção das primeiras peças (testes de produção) e ajustes finais da máquina.

Importantes ou não, estas atividades ocorrem em qualquer *setup* e seus tempos podem variar de acordo com o *know-how* dos operadores e com a disponibilidade das ferramentas utilizadas.

2.4.2 Estratégias tradicionais para melhorar o *setup*

No passado, para lidarem com os problemas ocasionados pela diversificação da produção, algumas organizações optaram por restringir a sua produção a uma quantidade mínima de itens e estimular sua demanda. Esta estratégia teve sucesso limitado, visto que o cliente atual busca por diversidade em opções, cores e atributos em um produto (SHINGO, 2000).

Ao analisar os sistemas modernos de produção, verifica-se que os lotes de produção diminuíram. Esta mudança não é resultado de um encolhimento na demanda, mas sim, que as preferências e expectativas individuais de cada cliente têm aumentado, obrigando os fornecedores a serem flexíveis para visualizar e oferecer o que seu mercado busca (SANTOS, 2006). Esta demanda por itens variados força e direciona as empresas a adequarem sua produção com lotes menores.

O mesmo autor salienta que a necessidade por *setups* mais frequentes aliada a possibilidade de surgirem peças avariadas no processo de produção, faz com que se produza mais produtos do que o necessário e em muitos casos estocasse-os para pedidos futuros, o que gera custos adicionais com estocagem e manuseio.

Shingo (2000) afirma que mesmo que exista a necessidade de um maior número de *setups* devido à produção diversificada, há uma série de possibilidades que surgem ao analisar a operação de *setup* propriamente dita:

- Elementos comuns em um *setup*: mesmo que os produtos possuam características diferentes de um lote para o outro, os equipamentos, peças e ferramentas utilizadas no processamento podem ser as mesmas.

- Elementos similares de *setup*: em algumas ocasiões percebe-se um padrão entre os produtos de lotes subsequentes, como por exemplo, mesmas dimensões, saliências, ranhuras e características similares. Estas e outras similaridades facilitam e simplificam a operação de *setup*.

2.4.2.1 Estratégias que envolvem habilidades

Um *setup* eficiente é resultado do conhecimento prévio sobre o equipamento em questão e da habilidade e experiência do operador em executar as atividades de troca das ferramentas, ajustes, calibragens e testes de produção. Shingo (2000) salienta que as empresas, visando à otimização do *setup*, ao invés de tornarem a operação menos complexa, investem em aumentar as habilidades dos operadores e erroneamente mantêm a operação idêntica.

2.4.2.2 Estratégias que envolvem grandes lotes

Uma das soluções para compensar o tempo perdido em longas operações de *setup* é o aumento dos lotes de produção. Shingo (2000) evidencia que o impacto do tempo de *setup* quando se refere a lotes grandes de fabricação não é representativo, pois o tempo da operação é melhor diluído no tempo total de processamento do lote em questão. Por outro lado, para pedidos pequenos e diversificados o efeito do *setup* é muito maior.

Santos (2006) afirma que a estratégia baseada em grandes lotes dita que quanto maior o tamanho do lote, menor será o impacto do tempo de *setup* no custo unitário de produção. Uma das seções contempladas no cálculo do custo de cada peça depende do tempo de fabricação unitário e do respectivo tempo de *setup*. Pode-se nomear este tempo de Tm.

$$T_m = tempo\ de\ produção\ unitário + \left(\frac{tempo\ de\ setup}{tamanho\ do\ lote}\right) \quad (1)$$

A Tabela 1 demonstra o efeito de diluir e considerar o tempo de *setup* no tempo de fabricação unitário de cada peça. T_m diminui consideravelmente ao aumentar o tamanho do lote.

Tabela 1 – Efeito do tempo de *setup* no tempo de fabricação unitário

Tamanho do lote	**Tempo total de *setup***	**Tempo de produção unitário**	**Tempo de produção unitário – considerando o *setup* (Tm)**
50 un	240 min	2 min	2 + 240/50 = 6,8
500 un	240 min	2 min	2+ 240/500 = 2,48
5.000 un	240 min	2 min	2 +240/5.000 = 2,048

Fonte: Santos (2006).

Sabe-se que Tm é proporcional ao tempo de *setup*, portanto ao reduzir drasticamente este tempo de *setup*, o tamanho do lote passa a não ter mais grande representatividade no tempo de produção unitário e desta forma no custo do produto, como demonstrado no Tabela 2.

Tabela 2 – Efeito do tempo reduzido de *setup* no custo do produto

Tamanho do lote	**Tempo total de *setup***	**Tempo de produção unitário**	**Tempo de produção unitário – considerando o *setup* (Tm)**
50 un	10 min	2 min	2 + 10/50 = 2,2
500 un	10 min	2 min	2+ 10/500 = 2,02
5.000 un	10 min	2 min	2 +10/5.000 = 2,002

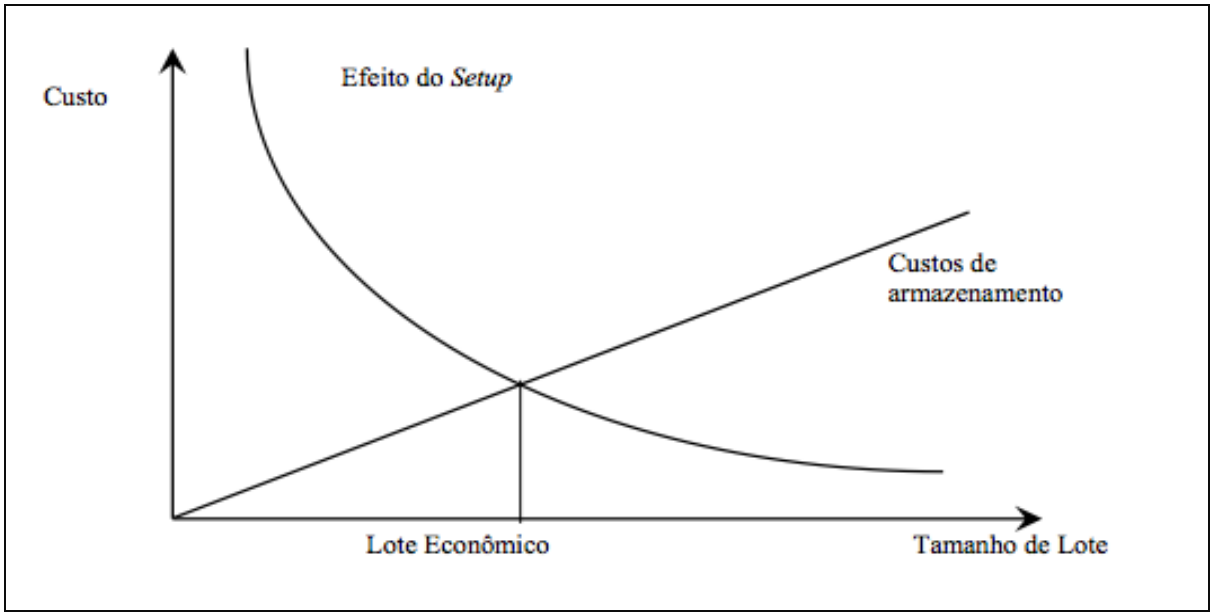
Fonte: Santos (2006).

2.4.2.3 Estratégias que envolvem lote econômico

Optar por fabricar em grandes lotes é uma estratégia aceitável quando a empresa detém de pedidos grandes. No entanto, pode se tornar uma opção indesejável quando representa produção antecipada e formação de estoques. Shingo (2000) salienta consequências negativas desta escolha: aumento de custos de estocagem e *lead times* maiores, que resultam em redução no capital de giro da empresa.

Slack (1997) afirma que os estoques são a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação, e que sua existência serve para compensar as diferenças entre as taxas de fornecimento e demanda no fluxo dos processos. O conceito de Lote Econômico de Produção (LEP) é formado através da análise da contraposição entre as vantagens e as desvantagens em manter estoque. A Figura 5 demonstra o LEP como sendo a intersecção entre o menor custo de estocagem e o menor efeito do *setup* nos custos de fabricação. Para Shingo (2000) este é o ponto em que as vantagens e desvantagens dos estoques estão balanceadas.

Figura 5 – O tamanho do lote econômico



Fonte: Shingo (2000).

O conceito de LEP está completamente correto na teoria, porém baseia-se na abordagem tradicional de gerenciamento da produção, a qual assume que reduções drásticas nos tempos de *setup* são impossíveis. Shingo (2000) salienta que o lote econômico não é considerado uma abordagem positiva na melhoria da produção, sendo que a partir do desenvolvimento da TRF, seu conceito passou a não ter mais razões em existir, acabando também com o mito de que as melhores estratégias para lidar com o *setup* eram trabalhar com grandes lotes e aumentar as habilidades dos operadores.

2.4.3 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

De acordo com Shingo (2000), a Troca Rápida de Ferramenta (TRF) pode ser definida como a mínima quantidade de tempo necessário para mudar um tipo de atividade para outro tipo de atividade, e tem como objetivo principal encurtar o tempo desta troca o máximo possível.

A metodologia de Shigeo Shingo é referência quando se trata de redução dos tempos de *setup* em um processo produtivo. Seu desenvolvimento ocorreu na década de setenta, e foi batizada por ele como SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que ao traduzir para o português recebe o nome de Troca Rápida de Ferramentas. É reconhecidamente uma ferramenta eficiente para a redução do tempo de *setup*.

O desenvolvimento do conceito SMED levou 19 anos para ser concluído, sendo descrito por Shingo a partir de estudos realizados em 3 empresas:

- em 1950 - na planta Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima;

- em 1957 - no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries também em Hiroshima;

- em 1969 - na planta principal da Toyota Motor Company (SHINGO, 2000).

Através destes estudos, Shingo alcançou resultados muito significativos, possibilitando reduções do tempo de *setup* de prensas de 1000 toneladas de 4 horas para 3 minutos (SHINGO, 2000). Embora desenvolvida inicialmente para utilização na indústria automotiva, os princípios da metodologia SMED podem ser aplicados em qualquer sistema produtivo.

2.4.3.1 Composição das atividades de *setup*

Shingo (2000) afirma que durante suas observações, percebeu que as operações de *setup* são, na verdade, de dois tipos diferentes:

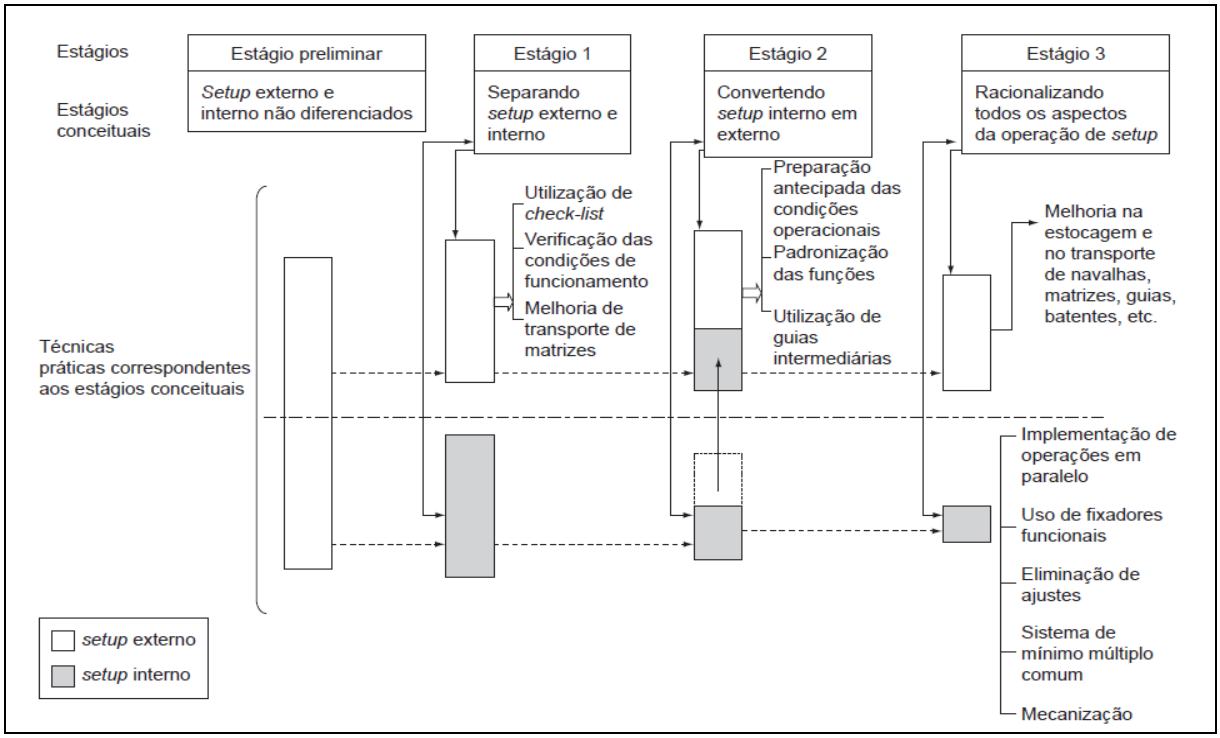
- *Setup* Interno (TPI – Tempo de Preparação Interno) – são atividades que somente podem ser executadas quando a máquina está parada, tais como remoção das matrizes do lote anterior, instalação, fixação das matrizes, ferramentas e testes de fabricação do novo lote.

- *Setup* Externo (TPE – Tempo de Preparação Externo) – são atividades de *setup* que podem ser executadas em paralelo a produção do lote anterior, ou seja, enquanto a máquina ainda está funcionando. A movimentação das matrizes e a preparação de ferramentas que serão utilizadas são alguns exemplos de atividades que independem da máquina estar ou não em funcionamento, portanto podem ser antecipadas.

2.4.3.2 Estágios conceituais

A metodologia da TRF proposta por Shingo consiste em quatro estágios conceituais, conforme ilustrados pela Figura 6 e definidos a seguir.

Figura 6 – SMED



Fonte: Shingo (2000).

- **Estágio inicial:** consiste no estudo e análise da atual situação do *setup*, na qual *setup* interno e externo não se distinguem, e resultam em desperdício de tempo com máquinas paradas. Santos (2006) afirma que "o que é desconhecido não pode ser melhorado", portanto é necessário conhecer o processo, suas variações e as causas destas variações. Shingo (2000) propõe algumas opções para estudar detalhadamente o chão-de-fábrica e compreender o processo de *setup*: (i) análise contínua da produção com cronômetro – estudo de tempos e movimentos; (ii) análise do trabalho por amostragem; (iii) filmagem das operações de *setup* e posterior análise juntamente com os operadores.

- **Estágio 1:** considerado o estágio mais importante da implementação da TRF, nesta etapa ocorre a distinção entre *setup* interno e externo (SHINGO, 2000). Como demonstrado na Figura 6, inicialmente atividades internas e externas não são diferenciadas, e portanto, executadas pelo operador de forma aleatória. Somente por separar estas tarefas, pode-se reduzir o tempo de *setup* interno – realizado com a máquina parada - de 30% a 50% (SHINGO, 2000).

- **Estágio 2:** o primeiro estágio proporciona uma redução significativa nos tempos de *setup*, porém é insuficiente para atingir os objetivos da TRF. Shingo (2000) afirma que o Estágio 2 prima por transformar operações internas e externas, através de dois aspectos

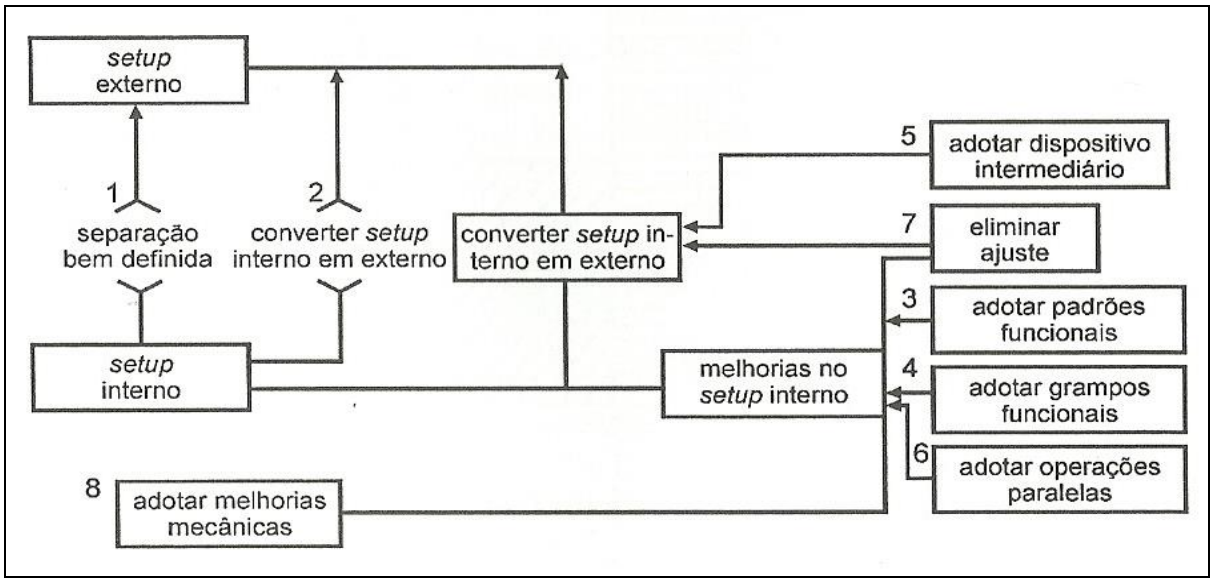
importantes: (i) reavaliar o *setup* interno e verificar se nenhum passo foi erroneamente considerado como interno; (ii) buscar por alternativas de tornar parcialmente ou totalmente externas atividades realizadas enquanto a máquina está parada (*setup* interno). Santos (2006) salienta que grande parte das alternativas que surgem nesta etapa necessitam de investimentos monetários, e portanto, se torna necessário uma análise da viabilidade econômica das implementações, bem como estudo do novo processo e possibilidades de novas operações, tanto externas como internas. O efetivo desenvolvimento deste estágio, em muitos casos, pode resultar em *setups* próximos a um dígito de minuto (< 10 minutos).

- **Estágio 3:** neste estágio é feita uma análise detalhada de cada ação executada durante o *setup*, buscando sua racionalização por meio da eliminação de ajustes e aspectos desnecessários. Shingo (2000) observa que Estágios 2 e 3 não precisam necessariamente ser executados sequencialmente, e podem sim, ser simultâneos. Para Pellegrini (2012), no Estágio 3 ainda há espaço para melhorias e otimização das atividades. O autor sugere a metodologia 5S (ver parágrafo 2.4.5.3) para auxiliar na organização das ferramentas, de modo que estejam acessíveis sempre que os operadores as necessitem.

2.4.3.3 As oito técnicas para aplicação da TRF

Fogliatto et al. (2003) afirma que os estágios apresentados deixam claro que a TRF é composta por duas ações principais, análise e implementação. Para a aplicação dos estágios conceituais da TRF, Shingo (1996) apresentou 8 técnicas que auxiliam na redução dos tempos de *setup*. Cada técnica será explicada em seguida e pode ser melhor visualizada e compreendida através do fluxograma da Figura 7.

Figura 7 – Fluxograma para aplicação das oito técnicas TRF



Fonte: Shingo (1996).

Técnica 1 – separação das operações de *setup* internas e externas: nesta etapa ocorre a identificação das operações que são executadas enquanto a máquina está parada (*setup* interno) e quais podem ser executadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo). Shingo (1996) salienta que toda preparação e transporte de matrizes, gabaritos, dispositivos de fixação, ferramentas e materiais podem ser feitos enquanto a máquina ainda está produzindo o lote anterior. Portanto o *setup* interno deve ficar limitado à remoção da matriz ou ferramenta antiga e fixação da nova;

Técnica 2 – converter *setup* interno em externo: envolve o reexame das operações a fim de verificar todas etapas que podem ser convertidas em operações externas. Santos (2006) demonstra a possibilidade de efetuar pré-aquecimentos (*setup* externo) nas matrizes antes das mesmas estarem instaladas nas máquinas, resultando em redução do tempo para iniciar a produção das primeiras peças com qualidade. A conversão do *setup* interno em externo é o princípio mais importante da TRF. Sem ele, tempos de *setup* inferiores à 10 minutos não poderiam ser atingidos (SHINGO, 1996);

Técnica 3 – padronizar a função, não a forma: significa igualar certas medidas das peças e matrizes utilizadas para criar uniformidade na operação de *setup*. Por exemplo, adicionar uma placa ou bloco à borda de fixação de uma matriz, faz com que suas dimensões se igualem as outras matrizes, proporcionando maior facilidade e padronização em diferentes *setups* (SHINGO, 1996). A padronização da forma também resulta em redução de tempo de

setup, porém, neste princípio todas as matrizes deveriam se adequar as dimensões daquela com maior tamanho, o que resultaria em custos desnecessários. A padronização funções busca somente padronizar as partes cujas funções são necessárias para o *setup*. Neste caso, as matrizes não necessitam se tornarem maiores ou mais elaboradas, e os custos tem apenas um pequeno aumento;

Técnica 4 – utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos: busca pela eliminação ou redução do uso de parafusos, pois estes demandam muito tempo para fixação e retirada. Shingo (1996) afirma que parafusos com rosca não são, de alguma maneira, a única opção para fixar objetos. Em muitos casos sua utilização não se faz necessária. Deve-se buscar mecanismos de fixação de um único toque e de fácil encaixe;

Técnica 5 – usar dispositivos intermediários: a utilização de dispositivos padronizados para preparar a próxima peça/lote enquanto o lote anterior está sendo processado, é uma opção para reduzir tempos com ajustes;

Técnica 6 – adotar operações paralelas: o tempo e a complexidade do *setup* podem ser reduzidos consideravelmente com a utilização de operações paralelas, que podem ocorrer através da participação de mais um operador na atividade de *setup*. Shingo (1996) demonstra que em grandes máquinas, como injetoras de plástico ou prensas grandes, um operador sozinho desperdiça muito tempo com movimentação em torno da máquina. Quando dois operadores realizam operações paralelas e simultâneas, o *setup* pode ser reduzido em 50%, devido à economia de movimentos. Santos (2006) ressalta que é conveniente utilizar um *checklist* padrão com o mapeamento do processo de *setup*, o mesmo deve informar aos operadores a ordem das atividades e quais delas podem ser executadas em paralelo;

Técnica 7 – eliminar ajustes: ajustes devem ser vistos como desnecessários, e portanto, eliminados sempre que possível . Na maioria dos casos, ajustes e testes-piloto representam 50 a 70% do tempo de *setup* interno. Os ajustes podem ser eliminados quando empregados padrões para determinar as precisões requeridas, através de réguas graduadas, relógios comparadores, sensores de proximidade magnética ou dispositivos numéricos de controle (SHINGO, 1996).

Técnica 8 – mecanização: a opção por mecanizar o processo de *setup* deve ser considerada somente após a implementação de todas as demais técnicas descritas. Shingo (1996) descreve que as 7 primeiras técnicas podem proporcionar reduções de 2 horas para 3

minutos, sendo que a mecanização reduziria este tempo em apenas mais 1 minuto. Investir em mecanização, em um primeiro momento pode trazer economia de tempo, porém, não irá melhorar as ineficiências de um *setup* que já foi mal planejado.

2.4.4 Vantagens da redução do *setup*

Bacci (2005) apresenta alguns benefícios decorrentes da redução dos tempos de *setup* através da TRF:

- Redução de estoques: há um ganho real com a redução dos custos de manutenção de estoques.

- Menores Lotes de Produção: a produção econômica em pequenos lotes proporciona maior capacidade de atender as variabilidades da demanda com a mesma estrutura produtiva.

- Redução do *lead time*: a redução do *lead time* resulta em menores custos de operação e agrega benefícios ao consumidor, visto que há um incremento de flexibilidade e rapidez para atender os clientes.

- Maior flexibilidade da produção: possibilita maior flexibilidade de produção e de *mix* de produtos a serem produzidos utilizando o mesmo equipamento ou linha de produção.

- Menor esforço do operador: ocorrem melhorias ergonômicas, visto que o trabalho passa a ser planejado e padronizado.

- Maior qualidade: com a padronização da operação de *setup* há uma redução dos defeitos e retrabalhos ocasionados pela ineficiência na preparação da operação.

- Logística: as melhorias com diminuição de *lead time* e agilidade de entrega beneficiam toda a cadeia logística.

2.4.5 Outras ferramentas para melhorar o *setup*

De acordo com Pellegrini (2012), as literaturas de engenharia de produção identificaram outras técnicas, que podem ser desenvolvidas simultaneamente à TRF, e

também auxiliam às empresas na redução dos tempos de *setup*. Estas ferramentas podem ser utilizadas por todas as organizações que têm como objetivo a melhoria de seus processos, e não somente a redução do *setup*.

2.4.5.1 *Kaizen*

Kaizen está na base da filosofia de melhoria contínua. A palavra tem origem japonesa, e é formada por dois ideogramas: *kai* que quer dizer "mudar" e *zen* que quer dizer "melhor". Para Ortiz (2010) apud Guimarrães (2013), o *kaizen* é uma ferramenta poderosa que busca envolver a organização e seus funcionários em melhorias globais. A filosofia *kaizen* está baseada na eliminação de desperdícios, e tem base em um processo de baixo custo, que utiliza da criatividade dos colaboradores da organização para melhorar práticas dos processos produtivos, com o objetivo voltado para a melhoria contínua. Pellegrini (2012) afirma que geralmente o *kaizen* é a ferramenta escolhida pelas empresas para auxiliar nos esforços de redução do tempo de *setup*.

2.4.5.2 Padronização

Ao tratar de solução de problemas no chão de fábrica, um dos princípios mais importantes do *Lean Manufacturing* é a padronização. Conforme afirmava Tahiichi Ohno, considerado o pai do STP, "onde não há padrões, não pode ocorrer *kaizen*". Portanto, sem padrões, não existe formas de comparar a situação antes e depois do *kaizen*, impossibilitando a visualização do que realmente foi melhorado no processo. A padronização é importante para redução dos *setups*, pois geralmente a partir da aplicação da TRF são definidos e padronizados novos procedimentos para as operações que compõe o *setup* (PELLEGRINI, 2012).

De acordo com o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), proposto do Deming, a padronização consiste na etapa final de um processo de melhoria contínua. O ciclo PDCA é uma abordagem científica para resolução de problemas, e mostra que melhorias não podem ser alcançadas somente por implementar aquilo que parece ser a solução para o problema em questão (PELLEGRINI, 2012).

- *Plan* – Planejar: identificação da causa raiz do problema;

- *Do* – Fazer/Executar: somente quando as causas raízes são encontradas e analisadas, é possível intervir diretamente no problema e tomar ações corretivas;

- *Check* – Verificar/Checar: a análise das ações corretivas acontece através da verificação das lacunas entre o cenário atual e o cenário esperado;

- *Act* – Agir/Padronizar: após ter comprovado a efetividade das ações corretivas, elas são então implementadas em larga escala e novos procedimentos são padronizados.

2.4.5.3 5S

Pellegrini (2012) afirma que outra ferramenta que é útil na redução dos tempos de *setup* é o 5S. A filosofia 5S consiste em uma abordagem operacional que visa proporcionar um ambiente de trabalho mais limpo, organizado, seguro e produtivo. O nome 5S tem origem de cinco palavras japonesa:

- *Seri:* senso de utilização - selecionar;

- *Seiton:* senso de ordenação – colocar em ordem;

- *Seiso:* senso de limpeza - limpar;

- *Seiketsu:* senso de higiene, saúde e bem estar - padronizar;

- *Shitsuki:* senso de autodisciplina – sustentar e manter.

Ao tornar o ambiente de trabalho mais limpo e organizado, possibilita-se uma melhor manutenção dos equipamentos, melhor identificação de falhas, maior segurança nas operações, diminuição de ferramentas desnecessárias e aumento na satisfação dos operadores. Todos estes fatores contribuem com a redução de desperdícios, e consequente redução do tempo de *setup*.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, são descritos os métodos pelos quais este trabalho foi desenvolvido, bem como o tipo de pesquisa que foi utilizada, tendo como base os conhecimentos teóricos e a real situação da empresa estudada. Barros et al. (2000), afirmam que o método corresponde ao agrupamento de dados para desenvolvê-lo ordenadamente na obtenção do conhecimento.

3.1 Tipo de pesquisa

Para Ander-Egg (1978, p. 28) apud Marconi (2010):

> A pesquisa é um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento. A pesquisa, portanto, é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.

Com referência à maneira de abordagem do problema, esta pesquisa é denominada qualitativa. Este tipo de pesquisa busca o que é comum, contudo aceita também a individualidade e os significados múltiplos, em vez de transformá-los apenas em uma média estatística. Além disso, tenta descobrir os significados de modos e situações que não possuem rigidez no que se refere à direção da investigação dentro de hipóteses, definições operacionais e suposições a princípio do pesquisador (MARCONI et al., 2010).

De acordo com Godoy (1995), algumas características básicas identificam os estudos denominados “qualitativos”. Nesta perspectiva, um fenômeno é melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual faz parte, devendo ser analisado em uma perspectiva

integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo analisar o fenômeno em questão a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando os pontos de vista relevantes. Uma variedade de dados são coletados e analisados para possibilitar o entendimento do fenômeno em estudo.

Em uma segunda etapa, pode-se caracterizar a pesquisa como quantitativa. Conforme Gil (2006), a pesquisa quantitativa se preocupa em mensurar (quantidade, frequência e intensidade) e analisar as relações causais entre as variáveis, através da uma amostra representativa do ambiente pesquisado.

As pesquisas dividem-se em dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios.

3.1.1 Quanto aos fins

Quanto aos fins, a pesquisa em análise é considerada exploratória. Roesch (1999, p. 131) afirma que "[...] se o propósito do projeto é explorar um tema que foi pouco estudado, utilizam-se pesquisas exploratórias". Fala também que a pesquisa exploratória busca levantar questões e hipóteses para futuros estudos, por meio de dados qualitativos.

Este tipo de pesquisa tem como objetivo o estudo de determinado fenômeno através de levantamento de dados bibliográficos, entrevistas com indivíduos que vivenciaram na prática o problema em questão e análise de exemplos que facilitem a compreensão (GIL, 2006).

Gil (2009) afirma que em muitos casos, a pesquisa exploratória é somente a primeira etapa de uma investigação mais ampla. Ao escolher um tema bastante genérico, faz-se necessário seu esclarecimento e delimitação através de revisão de literatura, discussão com especialistas e outros procedimentos. O resultado final deste processo é o problema mais esclarecido, possibilitando investigações mediante procedimentos mais sistematizados.

Este estudo também compreende a pesquisa bibliográfica que conforme Vergara (2010), é desenvolvida com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas e demais materiais acessíveis ao público em geral. Fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesmo. Portando, em uma primeira etapa, esta pesquisa referenciou-se de levantamentos bibliográficos para proporcionar um melhor entendimento dos assuntos abordados.

3.1.2 Quanto aos meios

Quanto aos meios, a pesquisa é definida como um estudo de caso. Vergara (2010) conceitua estudo de caso como sendo aquele que é restrito a uma única ou então, a poucas unidades, tais como organizações, órgãos governamentais, unidades familiares, nações e produtos. É caracterizado também por possuir caráter de profundidade e de detalhamento, e pode ou não, ser realizado no campo.

Segundo Godoy (1995), o estudo de caso vem se tornando uma das estratégias preferidas dos pesquisadores quando busca-se responder às questões "como" e "por quê" certos fenômenos ocorrem, quando há limitada possibilidade de controle sobre os eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só podem ser analisados dentro de algum contexto da vida real.

O estudo de caso auxilia o pesquisador a identificar e obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade (MARCONI et al., 2010).

Gil (2009) afirma que o estudo de caso indica princípios e regras que devem ser observados durante todo o processo de investigação. Mesmo sem apresentar a rigidez dos experimentos e levantamentos, os estudos de caso englobam as seguintes etapas:

- Formulação e delimitação do problema;

- Seleção da amostra;

- Determinação dos procedimentos para coleta e análise de dados;

- Modelo para interpretação dos dados apurados.

3.2 Local de estudo

O estudo foi realizado na empresa Plastic Plásticos LTDA (Tamplastec), situada em Lajeado-RS, em máquina injetora de artefatos plásticos. O pesquisador, funcionário da empresa na qual foi executado o trabalho, atua no setor de produção, desenvolvendo atividade

de PCP. Desta forma, o autor tem disponíveis os dados e a diretoria da empresa como aliada para propor a implementação de melhorias nos processos.

Ao longo da execução do estudo, o pesquisador coordenou as atividades de levantamento de dados, cronoanálise dos tempos de *setup* da máquina em questão e implementação das técnicas propostas na revisão de literatura.

3.3 Coleta de dados

De acordo com Marconi et al. (2010), a coleta de dados é a "etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos".

A coleta de dados é uma etapa cansativa, que geralmente leva mais tempo do que se planeja. É fundamental ao pesquisador ter paciência, perseverança e esforço pessoal, além de atenção ao registrar os dados e bom preparo anterior. O efetivo controle na aplicação dos instrumentos de pesquisa é um importante fator para prevenir erros e defeitos resultantes de entrevistadores inexperientes ou de informações tendenciosas (MARCONI et al., 2010).

Para Yin (2005), as evidências resultantes de um estudo de caso pode vir de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Cabe ao pesquisador saber utilizar estas seis fontes, que exigem conhecimento de habilidades e procedimentos metodológicos diferentes.

Neste estudo, a coleta de dados foi realizada através de observações diretas, documentos, registros em arquivo, entrevistas e conversas informais com os operadores responsáveis pelas trocas de matrizes. Também foram utilizadas filmagens, cronoanálises, análise de documentos e *checklists* para contribuir no processo de coleta de dados.

3.3.1 Materiais e sujeitos da pesquisa

A coleta de dados foi realizada pelo autor, que utilizou como materiais de auxílio os seguintes itens:

- Cronômetro;

- Câmera filmadora;

- Planilhas e *checklists*.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram: o autor e os funcionários do chão de fábrica que executam a operação de *setup*.

3.4 Análise dos dados

Yin (2005) afirma que a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas, testar ou, do contrário, recombinar as evidências quantitativas e qualitativas para tratar as proposições iniciais do estudo em questão.

Nos estudos de caso, a análise e entendimento dos dados é um processo que geralmente acontece simultaneamente à sua coleta. Cada nova informação, palpite ou hipótese emergente direciona a nova etapa do processo de coleta de dados, que conduz ao sucessivo refinamento ou reformulação das questões da pesquisa (MERRIAM, 1998 apud GIL, 2009).

Neste estudo, na análise dos dados, procurou-se sempre que possível que a mesma fosse simultânea à aplicação do método. No entanto, ao fim da pesquisa, todos os resultados foram sintetizados, gerando as melhorias efetuadas, propostas de melhorias e possibilidade de replicação para as demais máquinas e matrizes que a empresa possui.

3.5 Apresentação dos dados

Para Gil (2009), a maneira tradicional de analisar e apresentar os dados de um estudo de caso consiste na identificação de alguns tópicos-chave e na consequente elaboração de um texto discursivo. Portanto, é necessário que o pesquisador detenha de habilidades analíticas e discursivas.

Este estágio possibilita a utilização de instrumentos analíticos para organizar, sumarizar e relacionar os dados. Figuras, mapas, matrizes, diagramas e redes são instrumentos que contribuem para análise, interpretação e apresentação dos mesmos em um estudo de caso,

sobretudo quando o pesquisador tem como objetivo transcender o nível exploratório de investigação (GIL, 2009). Para apresentar os dados e realizar a análise final deste estudo, o autor fez uso dos instrumentos recém descritos.

3.6 Limitações dos métodos

De acordo com Vergara (2010), todo método tem possibilidades e limitações. Portanto, é conveniente antecipar-se às críticas que o leitor poderá fazer ao trabalho, explicitando as limitações que o método em questão possui, mas que ainda assim o fazem o mais adequado para o estudo.

O método escolhido para este estudo possuí as seguintes limitações:

- Curto período de tempo disponível para pesquisa, coleta, análise dos dados e implementação das melhorias. Como as ações propostas não podem ser totalmente implementadas, uma das limitações é a de que não se terá a noção exata da eficácia de implementação destas ações, ou seja, somente poderão ser medidas com precisão aquelas etapas que já foram implementadas. O período aproximado disponível ao pesquisar foi de 5 meses. Gil (2009) informa que o tempo despendido em estudos de casos tende a ser maior do que o despendido em outras modalidades de pesquisa;

- Possibilidade de falta de informações e dados arquivados sobre o assunto trabalhado;

- Confiabilidade dos dados coletados. Os sujeitos da pesquisa possuem habilidades diferentes e executam as tarefas de modo diferente, não garantindo em algumas situações, a validade e fidedignidade dos dados coletados;

- Falsa sensação de certeza do pesquisador em frente aos dados coletados e posteriores conclusões.

4 ESTUDO DE CASO

O presente capítulo descreve a empresa onde foi realizado o estudo, bem como seus processos internos**.** São apresentadas também as operações que compõe o processo atual de *setup*, os tempos decorrentes das trocas de matrizes e propostas de melhorias baseadas nos estágios conceituais da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas.

4.1 A empresa

A Tamplastec atua no ramo de injeção de artefatos de plástico desde 2005, com planta industrial localizada em Lajeado (RS), a 110 km de Porto Alegre.

É uma empresa focada na excelência do atendimento ao cliente, cumprindo os prazos estabelecidos, visando à otimização dos processos produtivos e valorizando seus colaboradores.

Está instalada em um prédio de 600 metros quadrados, onde conta com 10 funcionários que trabalham em dois turnos. A empresa tem atuação nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, realizando também negociações no Mercosul.

No princípio, o processo de injeção das tampas plásticas era realizado através de terceirização, a qual funcionava da seguinte maneira: a empresa adquiria as matrizes, as matérias-primas para fabricação das tampas e realizava a venda do produto final, porém não possuía uma fábrica própria para realizar o processo produtivo.

Aliando o conhecimento do mercado de embalagens juntamente com a visão inovadora de seus sócios, a empresa partiu para a transição de suas operações em meados de 2013, ou seja, iniciou-se a produção própria, com maquinário, mão-de-obra e parque fabril.

Para acompanhar o crescimento do mercado de aerossóis/embalagens, a empresa investe constantemente em tecnologia e inovações, consolidando-se como referência para o setor na região sul do Brasil.

4.2 Descrição do processo

A troca de matrizes, que é a operação a ser analisada neste estudo de caso, faz parte do macroprocesso da empresa em questão. Para que haja um melhor entendimento, são descritas as etapas que compõe o fluxo de operações no processo produtivo de uma tampa plástica. Juntamente a isto, é efetuada uma abordagem, de forma que possam ser compreendidas as funcionalidades de uma injetora de plásticos e de uma matriz, que são os equipamentos essenciais em uma indústria deste segmento.

4.2.1 Análise crítica dos pedidos

Os pedidos de tampas plásticas, em todas as situações, são recebidos através de e-mail com respectivas ordens de compras formalizadas. Na maioria dos casos, os clientes enviam seus pedidos ao setor comercial, que confere os preços e condições negociadas. Após esta etapa, o pedido é enviado ao responsável pelo PCP, que faz uma análise crítica e estabelece a viabilidade de cumprimento dos prazos de entrega, através de uma consulta ao estoque de insumos (polipropileno e pigmentos) e disponibilidade das matrizes.

O PCP, juntamente com o setor comercial, alimenta uma planilha em Excel (ANEXO A) com dados relevantes sobre cada ordem de compra gerada. Neste documento são informados:

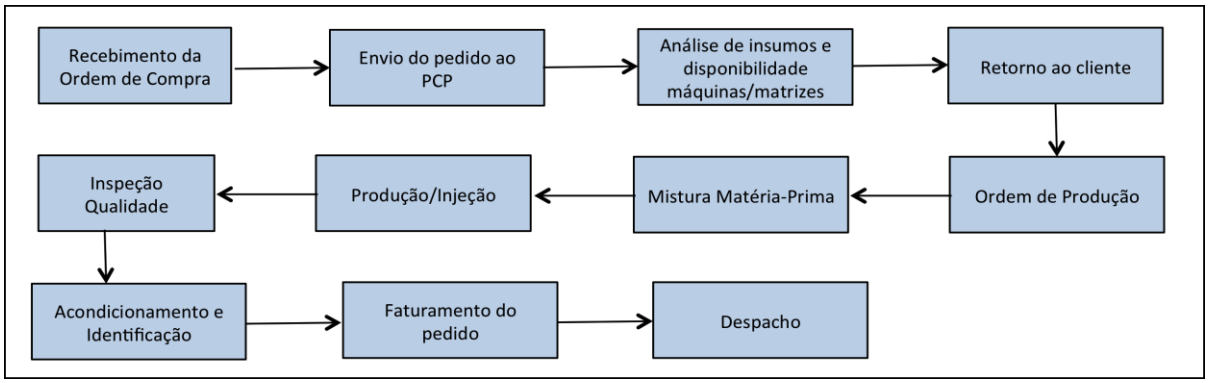
- Diâmetro e código da tampa;
- Quantidade demandada pelo cliente;

- Acabamento (fosco ou brilhante, com ou sem garra);
- Tonalidade (pigmento utilizado);
- Forma de acondicionamento (caixas de papelão ou sacos plásticos).

Diante da análise de todos estes itens, aliados à disponibilidade e capacidade produtiva dos equipamentos, é efetuada a programação da produção. Sempre é visada a otimização da utilização dos matrizes e dos insumos, no entanto não se utiliza nenhum *software* ERP para auxiliar nesta análise. Com todas as etapas devidamente alinhadas, é enviada através de e-mail, a previsão de entrega do pedido ao cliente.

A Figura 8 apresenta o fluxograma a partir do recebimento da ordem de compra até o momento em que o pedido é despachado.

Figura 8 – Fluxograma do Processo da Empresa



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 O processo produtivo

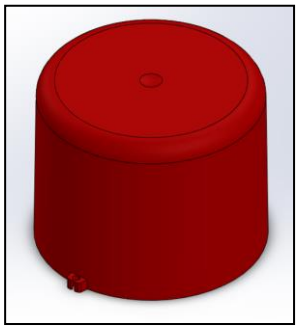
O processo produtivo como um todo inicia com o recebimento da matéria-prima. Para fabricação de tampas plásticas, a empresa utiliza três especificações diferentes de polipropileno: copolímero, homopolímero e random, cada qual com suas propriedades físico-químicas. Juntamente com o polipropileno, recebem-se os pigmentos em forma granulada. Estes itens são estocados até serem demandados pelo PCP, que com a programação semanal definida, informa ao setor de Mistura a formulação adequada para cada pedido. Cada tampa produzida possui uma formulação pré-estabelecida como exemplificado na Figura 9.

Figura 9 – Formulação de uma Tampa Produzida

Produto: Tampa 57mm Vermelha com Garra

Peso Unitário: 8g

Formulação: 49% Copolímero + 49% Homopolímero + 2% Pigmento



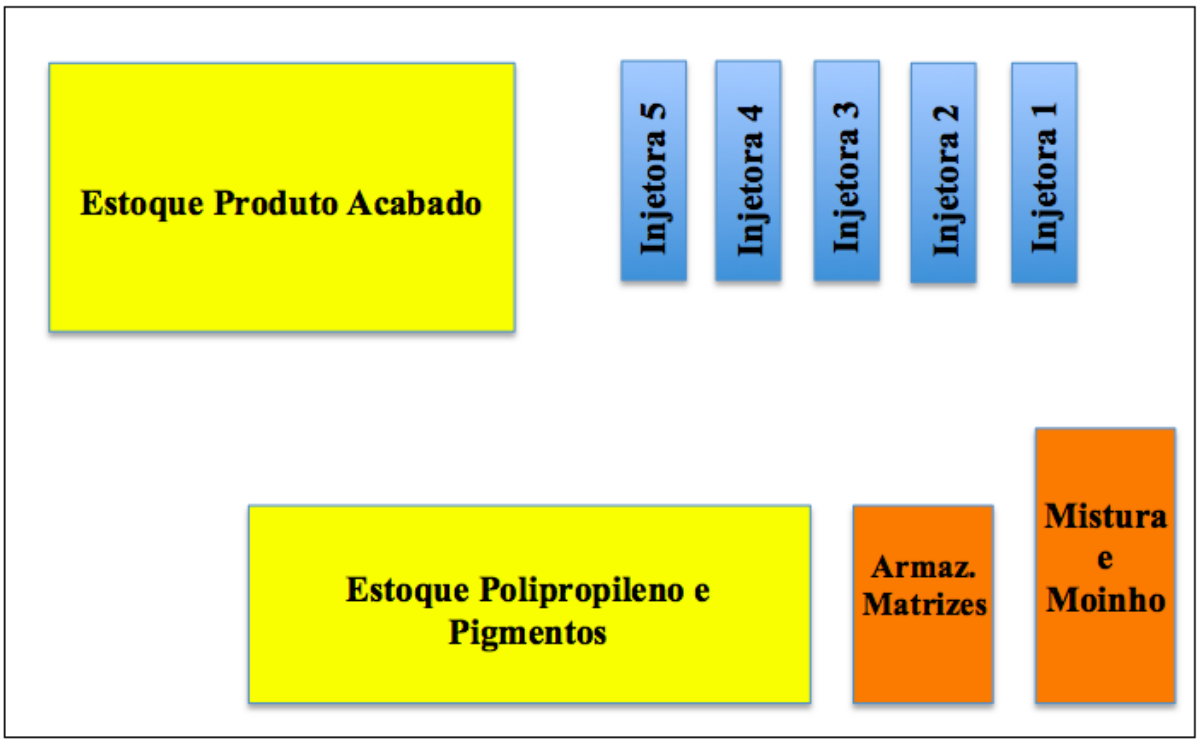
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após esta etapa, o material misturado é identificado, deslocado e armazenado em local específico próximo à máquina onde ocorrerá sua produção.

Para fins de entendimento do fluxo produtivo, pressupõe-se que a matriz utilizada já esteja acoplada à injetora (*setup* já realizado). Neste caso, com a máquina e matriz disponível para início da produção, o operador abastece a injetora com o material misturado, e em seguida, ajusta os parâmetros da máquina até ser injetado o primeiro ciclo de peças boas. Com a produção em andamento, as tampas plásticas são extraídas das matrizes e caem dentro de um compartimento, onde são recolhidas manualmente com auxílio de uma bandeja e inspecionadas pelos operadores. Na sequência, as peças são acondicionadas em embalagens plásticas (sacos) ou caixas de papelão. As mesmas são então pesadas, seladas e etiquetadas com devidas identificações de diâmetro, cor, data, lote de produção, nome do cliente e código do produto. Cabe ressaltar que além da inspeção feita pelo operador em frente à máquina, o setor da qualidade realiza testes de resistência, tonalidade e acoplamento. Estes testes são realizados sempre no início do novo lote de produção e também quando algum parâmetro da máquina é modificado.

A Figura 10 apresenta o *layout* do chão de fábrica da empresa.

Figura 10 – *Layout* da empresa



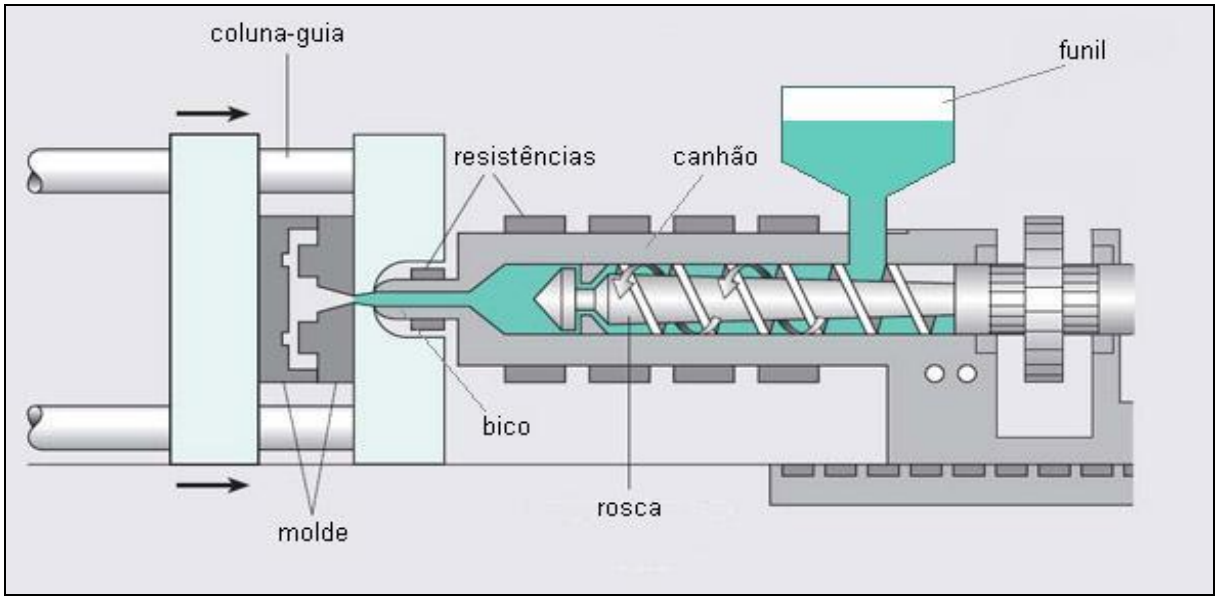
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na maioria dos casos, a empresa enquadra seu sistema produtivo como sendo *make-to-order* (MTO), que é a produção por pedido. Seus insumos geralmente encontram-se disponíveis em estoque, mas o produto final só começa a ser produzido a partir da colocação do pedido. Para alguns itens de alto giro, é possível, através de uma previsão de demanda, produzir e estocar.

4.2.2.1 Injetoras

Conforme demonstrado no layout do chão de fábrica, a empresa possui cinco máquinas injetoras horizontais, todas de mesmo modelo. Os principais componentes de uma máquina injetora, como demonstrado na Figura 11, são: o funil, a rosca, o canhão, o bico de injeção, além de outros componentes.

Figura 11 – Esquema de uma máquina injetora



Fonte: Tudo sobre Plásticos (2014, texto digital).

- Funil: compartimento onde o material é abastecido na máquina injetora. No caso da empresa em questão, para abastecer o funil, a mistura de material é despejada manualmente pelo operador;

- Rosca: tem como principal função transportar o material através do canhão da máquina. Seu movimento de rotação aliado à ação das resistências elétricas acopladas ao canhão auxilia na fundição do material (plastificação). A rosca também funciona como um pistão, empurrando o termoplástico para dentro da matriz;

- Canhão: dentro do canhão de uma injetora estão instaladas as resistências e a rosca de injeção, que como mencionado, proporcionam a fundição do termoplástico;

- Bico de injeção: é um dispositivo acoplado na ponta do canhão, por onde passa o termoplástico fundido antes de entrar na matriz. É o elemento de encosto e ligação entre o canhão e o molde.

O processo de injeção de termoplásticos é caracterizado pelas etapas de alimentação, plastificação (homogeneização), enchimento do molde, resfriamento, abertura do molde e extração da peça.

4.2.2.2 Matrizes

As matrizes, também denominadas de moldes de injeção, são as ferramentas utilizadas para moldar peças de plástico. Matrizes para tampas plásticas, na maioria das situações, são construídas de aço, contendo três partes (placas) principais:

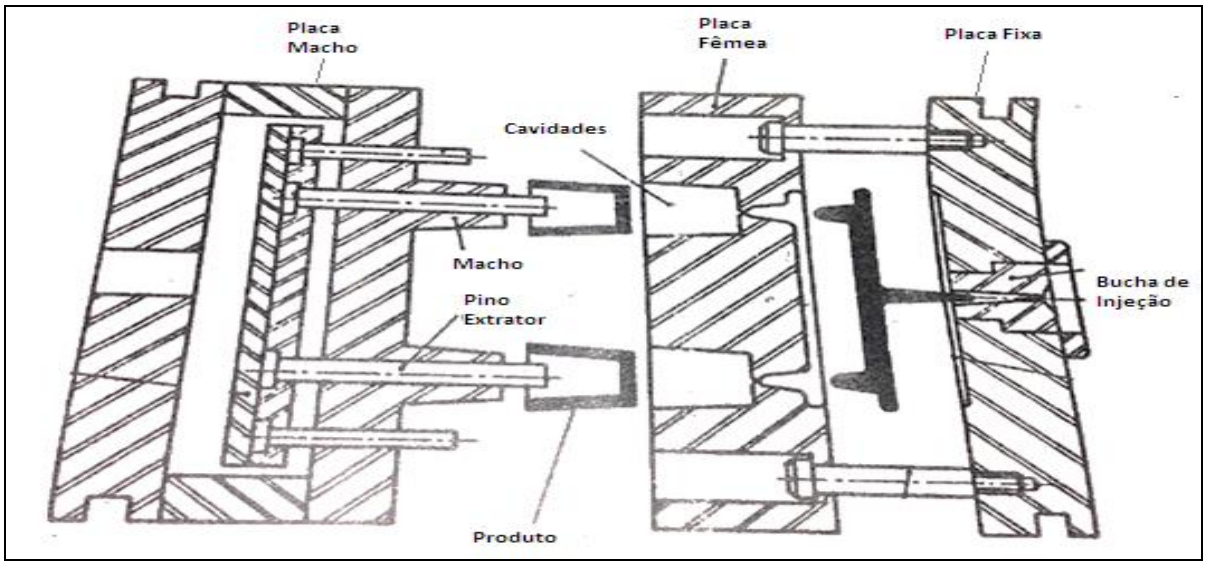
- A placa fixa na máquina injetora contém o anel de centragem que possibilita o encaixe da matriz na máquina, e a bucha de injeção, que é o orifício onde o bico de injeção é encostado e o termoplástico fundido entra na matriz;

- A placa que possui as cavidades que proporcionam o formato externo do produto, neste caso as tampas plásticas, é chamada de placa "fêmea". Esta placa geralmente é móvel e nela está contido o canal que transporta o material até as cavidades.

- A seção do molde que contém o formato interno da peça é chamada de placa móvel ou placa "macho". Denomina-se placa móvel, pois esta parte, na maioria dos casos, se movimenta para frente e para trás possibilitando a abertura e fechamento da matriz. Nesta placa estão contidos os pinos extratores que permitem que a peça seja extraída de maneira fácil e automática.

Além dos itens mencionados, uma matriz convencional também possui canais de resfriamento, onde ocorre a circulação de água refrigerada, que possibilita uma rápida solidificação da peça final. A Figura 12 apresenta um esquema de um molde de três placas.

Figura 12 – Esquema de um molde de três placas



Fonte: Apostila Senai (2009), adaptado pelo autor.

A empresa em questão conta com 16 matrizes, que se assemelham no que se refere à construção e dimensões, porém diferenciam-se no produto final injetado. Estas matrizes produzem tampas plásticas para embalagens metálicas de diâmetro: 35mm, 45mm, 53mm, 57mm e 65mm. Cada matriz pode possuir placas que possibilitam a diferenciação de acabamentos na peça final, como: fosco, brilhante/polido, com engate para desengripante, com engate para espuma de poliuretano ou simplesmente lisa sem engates.

4.2.3 Descrição dos procedimentos atuais de *setups*

A empresa não possui um procedimento formalizado para a realização dos seus *setups* e nenhum histórico que possibilite a identificação dos tempos das trocas, bem como a duração dos *tryouts* (tempo para a injetora começar a produzir a primeira peça com qualidade em ritmo normal). Através de informações buscadas nas planilhas de controle de produção, pôde-se contabilizar a quantidade de trocas efetuadas de janeiro a setembro no ano de 2014, que é exposta na Tabela 3. Com estes dados, verifica-se que, em média realizou-se 20 trocas por mês.

Tabela 3 – Quantidade de troca de matrizes em 2014

Quantidade de Trocas de Matrizes – 2014								
jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14
20	21	21	22	18	18	20	21	18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Até o momento, a empresa estudada não utiliza nenhum indicador e procedimento para medir os tempos de *setups*. Desta forma, não há um controle dos tempos e das atividades realizadas ao longo de uma troca de matriz. É importante ressaltar que estes números seriam úteis no momento de se determinar quanto mais poderia ser aproveitado da capacidade das máquinas. Por carecer destas informações e registros referentes a tempos e procedimentos, torna-se inviável, na situação atual, fazer comparações e análises mais aprofundadas, que poderiam alavancar melhorias no processo e diminuição de custos.

Quem programa os *setups* é o PCP, que a partir da definição da programação, autoriza a troca no chão de fábrica. A troca da matriz é realizada somente pelo funcionário encarregado do turno, ou seja, todas as atividades relacionadas ao *setup* atual são executadas apenas por uma pessoa.

Neste estudo, entende-se como *setup* o tempo decorrido desde o fim da produção de um lote de tampas plásticas até o início da produção da primeira peça com qualidade do lote seguinte.

4.2.3.1 Estágio Inicial: análise da atual situação do *setup*

Nesta etapa do estudo, é apresentada uma descrição detalhada do *setup* atual da empresa em questão.

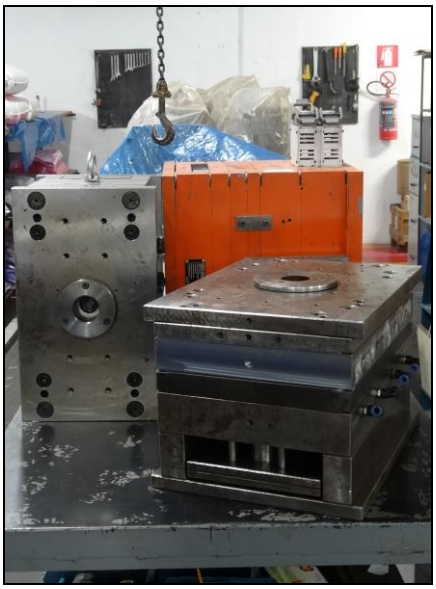
Primeiramente, foi esclarecido aos funcionários e diretores, os objetivos do desenvolvimento deste trabalho, bem como um explicativo dos conceitos da TRF. Na sequência, com o auxílio dos operadores no chão de fábrica, foi realizado um mapeamento dos *setups* através de filmagens e questionamentos.

Para uma melhor compreensão, ao descrever o processo de *setup* atual da empresa, opta-se por denominar a matriz que estiver em máquina como “matriz A” e a matriz a ser instalada como “matriz B”.

4.2.3.1.1 Descrição do *setup* atual

A etapa inicial, que antecede o *setup*, ocorre ainda durante a produção do lote anterior, quando o funcionário encarregado, ao ser informado da próxima troca, se dirige até a mesa onde estão armazenadas as matrizes e verifica se a “matriz B” que será utilizada no lote seguinte está devidamente ajustada com sua respectiva placa. Caso a “matriz B” esteja com a placa incorreta, deve-se procurar pela placa que corresponda à referência de acabamento a ser produzido e efetuar a troca de placas. Este procedimento é realizado manualmente com auxílio de chaves *Allen*, chaves de fenda e uma talha (ANEXO B) para deslocamento da matriz. Na hipótese da “matriz B” já estar com a placa necessária para produção, realiza-se somente uma inspeção para assegurar que a mesma esteja em condições aptas para entrar em produção. A Figura 13 apresenta o local onde as matrizes são armazenadas.

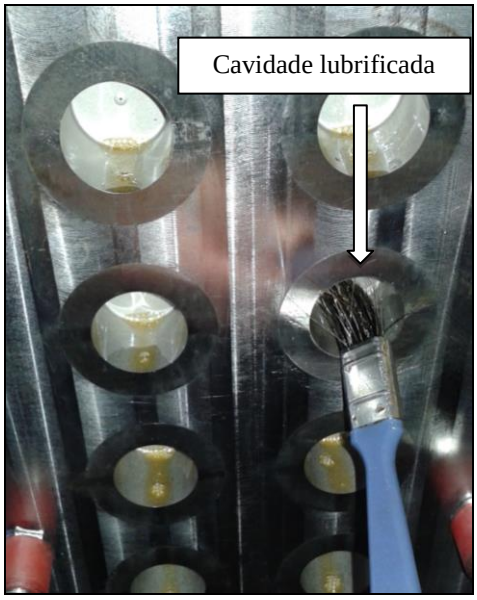
Figura 13 – Mesa de armazenamento das matrizes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a “matriz B” em condições para entrar em produção, a próxima etapa é aguardar pelo final da produção com a “matriz A”. Ao fim desta produção, inicia-se a limpeza do canhão da injetora. Estando a “matriz A” posicionada ainda dentro da máquina, são injetados alguns ciclos de tampas com material transparente para eliminar das paredes do canhão da injetora todo resíduo de material anteriormente utilizado. Este procedimento é realizado até as tampas ficarem completamente transparentes, garantindo que o canhão esteja limpo. Na sequência, o encarregado abastece o funil da injetora com a nova mistura de material (novo lote de produção). Depois de finalizada esta atividade, o fluxo de material pode ser cessado e a máquina parada, possibilitando o início da troca da “matriz A” pela “matriz B”. Nesta etapa, o canhão da injetora é afastado, o registro da água que circula no interior dos moldes é fechado e, com a “matriz A” aberta ainda em máquina, lubrifica-se suas cavidades e machos, como demonstrado na Figura 14.

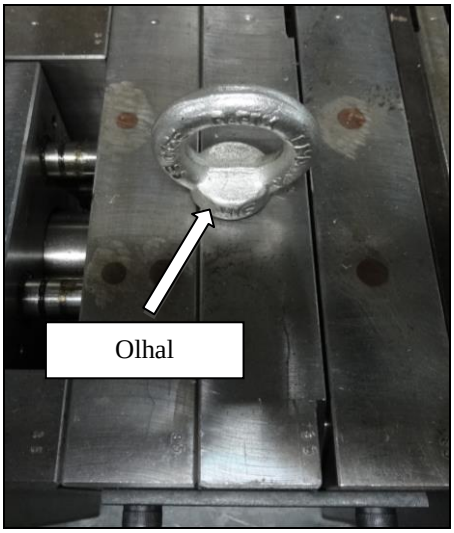
Figura 14 – Lubrificação das cavidades da matriz



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao fim da lubrificação, o encarregado pela troca de matrizes se dirige até o carrinho de ferramentas, localizado próximo à mesa de armazenamento das matrizes, onde é coletado um olhal, que serve para auxiliar no içamento da “matriz A”. Este olhal é rosqueado na parte superior da “matriz A”, conforme Figura 15.

Figura 15 – Olhal fixo na matriz

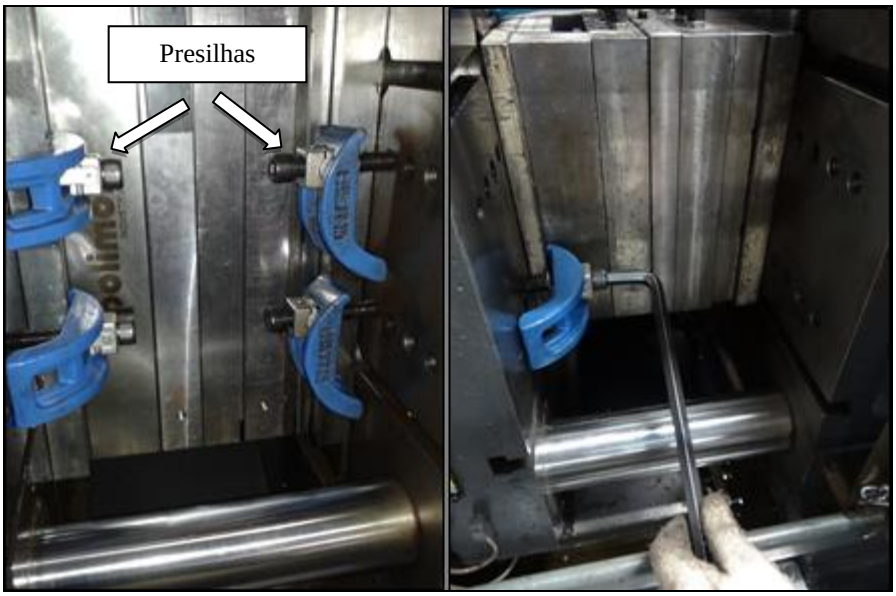


Fonte: Elaborado pelo autor.

Estando concluídas estas etapas, o operador se desloca até a mesa de armazenamento das matrizes e busca a talha, que é empurrada até o centro da máquina injetora, sendo posicionada e centrada com seu gancho da melhor maneira para içar a matriz que está dentro da máquina. Após isto, são soltas as oito presilhas, conforme Figura 16, que prendem o molde

na máquina (quatro presilhas em cada lado da máquina). Para soltar as presilhas, é necessária a utilização de uma chave Allen.

Figura 16 – Presilhas que prendem a matriz na máquina injetora



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta etapa, o gancho da talha é posicionado dentro do olhal, possibilitando o início do içamento da matriz, que é feito de forma manual (a corrente da talha é puxada até a matriz estar posicionada fora da injetora). Estando a "matriz A" devidamente posicionada fora da máquina, realiza-se seu deslocamento até a mesa de armazenamento, onde já se encontra a "matriz B". Após depositar a "matriz A" sobre a mesa, inicia-se o transporte da "matriz B" até a injetora, com o auxílio da mesma talha. Ao estar próximo da máquina, a talha é centrada e a matriz é então acoplada dentro da injetora. Realiza-se também a troca de bicos de injeção, que se faz necessária, por não haver um padrão no diâmetro das buchas de injeção das diferentes matrizes.

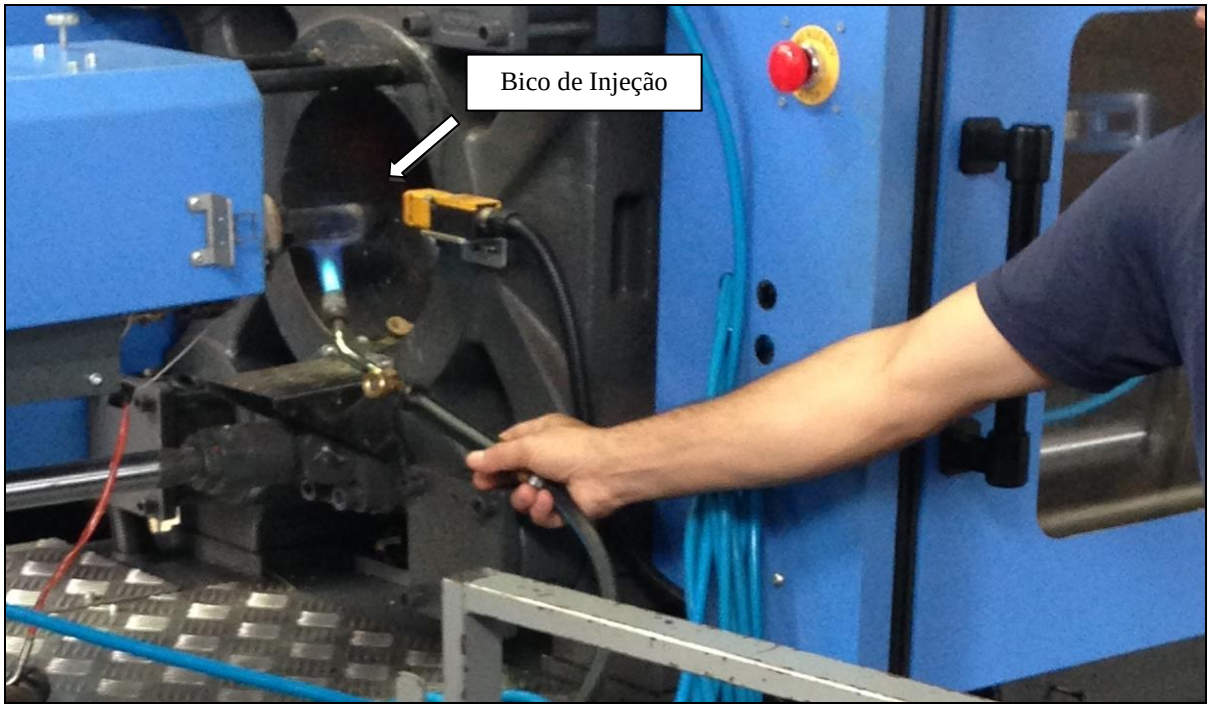
Na sequência, o operador regula a altura do molde no *display* da máquina e aciona o travamento desta matriz, estando agora apto a fixar as oito presilhas. Somente após concluído este procedimento, é possível retirar a talha e levá-la de volta para a área de armazenamento das matrizes.

Concluída a etapa de fixação da "matriz B", o motor da máquina é ligado e as mangueiras de entrada e saída de água são fixadas neste molde. Realiza-se a abertura do molde, que é inspecionado e lustrado, ficando apto para iniciar o processo de produção. No próximo passo, iniciam-se as regulagens de parâmetros no *display* da máquina. São regulados

itens relacionados à abertura e fechamento da matriz, injeção, dosagem, extração, temperaturas e resfriamento. Por não existir um procedimento com os padrões de regulagem para cada molde e máquina, esta parte de parametrização depende do conhecimento técnico do operador.

Com a finalidade de aquecer o bico de injeção, que não possui uma resistência elétrica para aquecê-lo automaticamente, a empresa utiliza um botijão de gás com maçarico. Sempre que é iniciado um novo lote de produção é necessário acender a chama deste maçarico e posicioná-la próxima ao bico de injeção até o mesmo estar aquecido e expelir material fluído. Este processo é necessário para desobstruir o canal do bico e reaquecê-lo, deixando-o apto para iniciar a injeção.

Figura 17 – Aquecimento do bico de injeção



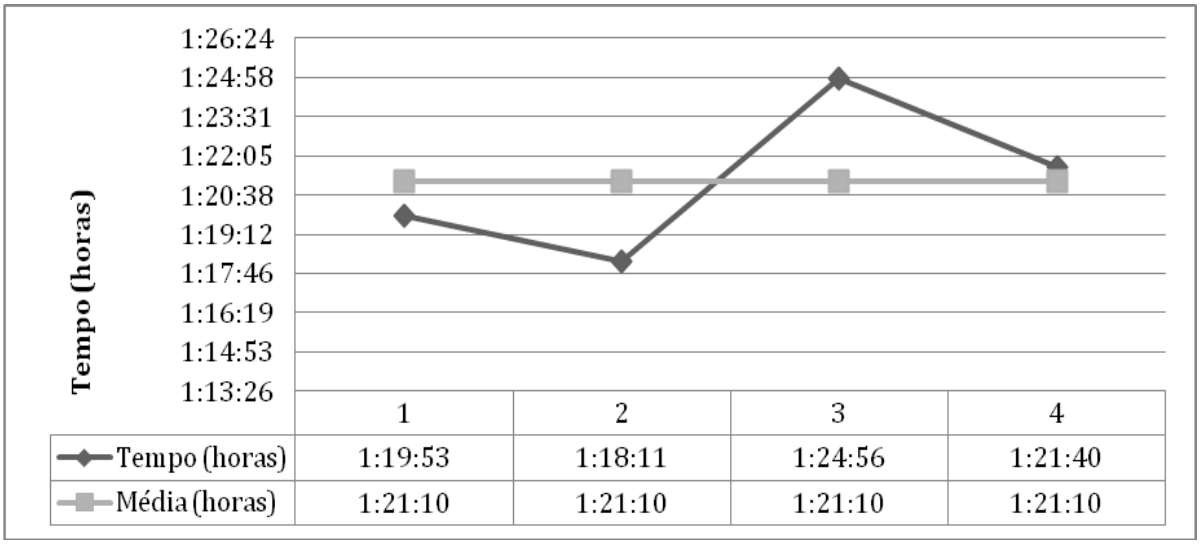
Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez aquecido o bico de injeção e com a matriz fechada em máquina, é possível aproximar o canhão da máquina e encostar o bico de injeção na bucha da matriz. Com estes procedimentos devidamente concluídos, a máquina está apta a injetar o primeiro ciclo de peças. Durante a injeção das primeiras tampas, o operador abre os registros de água e ajusta os parâmetros da máquina até alcançar a primeira peça dentro das especificações de qualidade exigidas.

4.2.3.1.2 Tempos de *setup*s atuais

Após compreender as etapas que compõe o *setup* realizado na empresa, ainda dentro do estágio inicial da aplicação da TRF, o autor realizou uma análise contínua da troca de matrizes com auxílio de um cronômetro, durante o período de 1 mês. Levando em consideração a similaridade entre os moldes e máquinas que a empresa possui, optou-se por analisar as trocas realizadas em apenas uma máquina (Injetora 5). Neste período, ocorreram 4 trocas conforme programado pelo PCP. De acordo com o Gráfico 1, foi constatado que a média dos tempos desde o fim da produção do lote anterior de tampas até o início da produção do lote seguinte com novo molde é de 1 hora 21 minutos e 10 segundos (APÊNDICE B).

Gráfico 1 – Tempos das trocas de matrizes cronometradas



	1	2	3	4
Tempo (horas)	1:19:53	1:18:11	1:24:56	1:21:40
Média (horas)	1:21:10	1:21:10	1:21:10	1:21:10

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar que as mensurações de tempo de cada etapa foram precisamente cronometradas. A Tabela 4 apresenta a média de tempo da duração de cada atividade. Com estes dados pode-se analisar a contribuição em termos percentual de cada etapa no tempo total de realização do *setup*.

Tabela 4 – Tempo médio por atividade do *setup*

	Descrição da Atividade	**Tempo (horas)**		**% *Setup***
		Acum.	**Ativid.**	
A	Limpar o canhão com material transparente	0:00:00	0:18:24	22,67%
B	Abastecer funil com novo material - troca de cor	0:18:24	0:01:10	1,43%
C	Parar máquina	0:19:34	0:00:10	0,20%
D	Afastar o canhão	0:19:44	0:00:04	0,08%
E	Fechar registro da água dos moldes	0:19:48	0:00:15	0,30%
F	Organizar e limpar em torno da máquina	0:20:02	0:01:26	1,77%
G	Levar tonel de material de refugo para área de moagem	0:21:28	0:00:14	0,29%
H	Trazer tonel vazio para perto da máquina	0:21:42	0:00:11	0,22%
I	Lubrificar a matriz do lote anterior (em máquina)	0:21:53	0:01:08	1,40%
J	Rosquear olhal no molde	0:23:01	0:00:13	0,27%
K	Desconectar mangueiras do molde	0:23:14	0:03:49	4,70%
L	Buscar talha e posicioná-la sobre a máquina injetora	0:27:03	0:01:06	1,37%
M	Posicionar gancho da talha dentro do olhal do molde	0:28:10	0:01:00	1,23%
N	Soltar presilhas que prendem o molde na máquina (4 presilhas em cada lado)	0:29:10	0:02:35	3,17%
O	Retirar molde da máquina (puxar corrente da talha)	0:31:44	0:01:09	1,41%
P	Deslocar molde e guardar na mesa de armazenamento	0:32:53	0:02:50	3,49%
Q	Fisgar novo molde na mesa de armazenamento	0:35:42	0:02:36	3,19%
R	Deslocar molde até a máquina com auxílio da talha	0:38:18	0:01:30	1,84%
S	Limpar parte interna da máquina	0:39:48	0:01:32	1,89%
T	Trocar bico de injeção	0:41:20	0:04:07	5,07%
U	Descer e centrar molde na máquina	0:45:27	0:02:05	2,56%
V	Regular a altura do molde	0:47:31	0:00:54	1,11%
X	Acionar travamento do molde	0:48:25	0:00:18	0,37%
Z	Fixar presilhas (4 presilhas em cada lado)	0:48:43	0:04:17	5,29%
A1	Levar talha de volta para área das matrizes	0:53:01	0:00:32	0,65%
B1	Ligar motor da máquina e abrir molde	0:53:33	0:00:17	0,34%
C1	Fixar mangueiras no molde	0:53:49	0:03:20	4,11%
D1	Limpar/lustrar molde (machos e cavidades)	0:57:10	0:00:56	1,16%
E1	Regular parâmetros da máquina	0:58:06	0:05:22	6,62%
F1	Buscar botijão de gás	1:03:28	0:00:27	0,56%
G1	Acender chama e aquecer o bico	1:03:55	0:01:12	1,49%
H1	Aproximar canhão	1:05:08	0:00:04	0,08%
I1	Fechar molde e injetar primeiro ciclo	1:05:12	0:00:22	0,46%
J1	Abrir registros de água	1:05:34	0:00:14	0,29%
K1	Testes e ajustes de parâmetros - 1ª peça boa do lote seguinte (*tryout*)	1:05:48	0:15:22	18,93%
	Total	**1:21:10**		100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando em consideração que a troca atual de matriz é realizada apenas por um operador (encarregado pelo turno), não existe a possibilidade de realização de atividades paralelas relacionadas ao *setup*. Verificou-se que por existirem algumas atividades que não dependem umas das outras, nas quatro medições não houve uma sequência exata no fluxo das

operações e também houve grande variabilidade nos tempos das atividades ao comparar um *setup* com outro. Por carecer de um procedimento padronizado, as atividades são geralmente executadas de acordo com o conhecimento e intuição do operador.

4.2.3.2 Estágio 1: análise da operação

Inicialmente, as atividades internas e externas não são diferenciadas, ou seja, não existe uma forma adequada de distinção entre *setup* interno e externo. Nesta etapa, considerada a mais relevante na implementação da TRF, após o mapeamento do processo e monitoramento da execução das atividades de troca de matrizes, inicia-se a análise das operações, procurando distinguir as operações internas e externas. Este período de implementação é essencial para redução dos tempos, pois consiste em identificar quais são as atividades que podem ser realizadas em paralelo à produção do lote anterior, ou seja, enquanto a máquina ainda está funcionando (*setup* externo) e quais são as atividades que somente podem ser executadas quando a máquina está parada (*setup* interno). A Tabela 5 indica a classificação das operações em internas e externas.

Tabela 5 – Classificação das operações do *setup* atual

	Classificação		**Descrição da Atividade**
	Ext	**Int**	
A		x	Limpar o canhão com material transparente
B		x	Abastecer funil com novo material - troca de cor
C		x	Parar máquina
D		x	Afastar o canhão
E		x	Fechar registro da água dos moldes
F		x	Organizar e limpar em torno da máquina
G		x	Levar tonel de material de refugo para área de moagem
H		x	Trazer tonel vazio para perto da máquina
I		x	Lubrificar a matriz do lote anterior (em máquina)
J		x	Rosquear olhal no molde
K		x	Desconectar mangueiras do molde
L		x	Buscar talha e posicioná-la sobre a máquina injetora
M		x	Posicionar gancho da talha dentro do olhal do molde
N		x	Soltar presilhas que prendem o molde na máquina (4 presilhas em cada lado)
O		x	Retirar molde da máquina (puxar corrente da talha)
P		x	Deslocar molde e guardar na mesa de armazenamento
Q		x	Fisgar novo molde na mesa de armazenamento
R		x	Deslocar molde até a máquina com auxílio da talha
S		x	Limpar parte interna da máquina
T		x	Trocar bico de injeção

(Continua...)

(Conclusão)

	Classificação		Descrição da Atividade
	Ext	**Int**	
U		x	Descer e centrar molde na máquina
V		x	Regular a altura do molde
X		x	Acionar travamento do molde
Z		x	Fixar presilhas (4 presilhas em cada lado)
A1		x	Levar talha de volta para área das matrizes
B1		x	Ligar motor da máquina e abrir molde
C1		x	Fixar mangueiras no molde
D1		x	Limpar/lustrar molde (machos e cavidades)
E1		x	Regular parâmetros da máquina
F1		x	Buscar botijão de gás
G1		x	Acender chama e aquecer o bico
H1		x	Aproximar canhão
I1		x	Fechar molde e injetar primeiro ciclo
J1		x	Abrir registros de água
K1		x	Testes e ajustes de parâmetros - 1ª peça boa do lote seguinte (*tryout*)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não foi identificada nenhuma atividade possível de ser realizada com a injetora em funcionamento (durante a produção do lote anterior). Todas as atividades mapeadas, referente ao *setup* atual, necessitam ser executadas após o término da produção com a matriz que estiver em máquina.

Antes de iniciar uma análise de como converter as atividades internas em externas ou simplesmente eliminá-las, busca-se por descrever algumas observações que evidenciam a falta de um procedimento padrão na realização do *setup*.

- As ferramentas para auxiliar na remoção e instalação das matrizes estão localizadas em um carrinho de ferramentas próximo à mesa de armazenamento das matrizes. Este carrinho, na maioria das vezes, permanece durante todo *setup* naquele mesmo local, sendo que o operador quando necessita de uma ferramenta para auxiliá-lo, desloca-se da injetora até o carrinho. Além de estar posicionado em local indevido, durante o *setup*, verificou-se que as ferramentas estavam desorganizadas sobre o carrinho;

- A remoção e fixação das mangueiras e presilhas são operações realizadas dos dois lados da matriz. Portanto, estas atividades inicialmente são realizadas de um lado da máquina e concluídas no outro lado;

- A troca do bico de injeção se faz necessária a cada *setup*, pois as matrizes não possuem uma dimensão padrão em suas buchas de injeção. Portanto, na atual situação, para

cada matriz, a empresa possui um bico de injeção com dimensões diferentes;

- A operação de aquecimento do bico de injeção, além de elevar o nível de periculosidade do ambiente, por ser executada com a chama proveniente de um botijão de gás, só se faz necessária pela ausência de resistências acopladas ao bico de injeção;

- As movimentações de matrizes com a talha exigem grande esforço do operador, pois o sistema acoplado a esta talha deve ser operado manualmente.

4.2.3.3 Estágio 2 e 3: conversão, racionalização e eliminação das operações

Shingo (2000) sugere que os estágios 2 e 3 da aplicação da TRF não precisam ser necessariamente executados sequencialmente, podendo sim, ser simultâneos.

Nesta etapa, a partir das observações realizadas e tempos cronometrados, busca-se propor melhorias para converter, racionalizar ou eliminar as operações executadas. As propostas baseiam-se nas técnicas descritas no item 2.4.3.3.

Após conversa e análise realizada juntamente com um diretor da empresa e com os encarregados pela troca de ferramentas, são apresentadas as sugestões de melhoria nos *setups* com os respectivos planos de ação. São propostas baseadas nas observações das etapas mapeadas durante este estudo.

- Desenvolver um carrinho intermediário de preparação para que a matriz a ser instalada possa ser posicionada próxima à máquina durante o *setup*, reduzindo desta forma o tempo de movimentação da talha entre a máquina e a mesa de armazenamento das matrizes;

- Padronizar a forma e dimensão dos bicos de injeção em todas as máquinas, bem como o diâmetro das buchas de injeção em todas as matrizes, eliminando desta forma, a necessidade da operação de troca de bicos (eliminação da atividade T);

- Com a padronização dos bicos de injeção, pode-se propor a instalação de resistências para que estes bicos sejam aquecidos sempre que a máquina for ligada, eliminando a necessidade e o perigo da utilização do botijão de gás (eliminação da atividades F1 e G1);

- Criar uma folha padrão de produção para cada produto e matriz, com parâmetros a

serem respeitados, para que os ajustes de parâmetros sejam minimizados (melhoria nas atividades E1 e K1) (APÊNDICE C);

- Adequar motor elétrico na talha para facilitar o içamento e transporte da matriz, reduzindo tempo e o esforço feito pelo operador para executar estas atividades de transporte;

- Adquirir levantador magnético (imantado) para eliminar o tempo e a necessidade de rosquear o olhal nas matrizes, proporcionando melhoria nas atividades de movimentação de matrizes.

- Reformular o carrinho de ferramentas, possibilitando maior facilidade de localizar as ferramentas necessárias durante o *setup*;

- Como existem atividades possíveis de serem executadas de forma paralela, sugere-se que mais funcionários sejam treinados para execução do *setup* e que o mesmo seja, sempre que possível, realizado por dois operadores;

- Criar um fluxograma com o passo a passo do procedimento de *setup* – orientar e treinar os encarregados.

- Desenvolver um indicador de controle para os tempos de *setup* que possibilite a verificação dos tempos de execução e cálculo da eficiência das trocas realizadas;

- Testar e/ou desenvolver junto aos fornecedores de matéria-prima, um aditivo para otimizar o tempo de limpeza do canhão (purga), possibilitando que a máquina esteja pronta para receber a nova cor em menos tempo (melhoria na atividade A);

- Fazer uma análise das cores e misturas de cada tampa plástica para identificar e propor um melhor sequenciamento de cores, possibilitando sempre que possível que tonalidades próximas sejam programadas em sequência (melhoria na atividade A).

- Realizar um estudo utilizando o conceito de curva de aprendizagem buscando otimizar o *tryout* (melhoria na atividade K1);

Diante das sugestões de melhorias, foi elaborado um plano de ação com auxílio da ferramenta 5W2H.

- Os problemas em questão, foco das melhorias a serem implementadas, foram

elencados na coluna “*What*”, que significa “o que fazer?”;

- Na coluna “*How*”, é explicado de que forma as ações serão implementadas, ou seja, demonstra-se um detalhamento da ação;

- O questionamento “*Why*”, ou por que fazer, apresenta uma justificativa lógica esclarecendo a ação proposta;

- O “*Where*”, ou onde vai ser realizada, refere-se onde serão aplicadas as ações definidas neste plano de ação;

- Na coluna “*Who*”, são apresentadas quem são as pessoas ou departamentos que tem condições de dar seguimento ao plano de ação;

- O “*When*”, ou quando fazer, é definido com base na disponibilidade de tempo pela empresa para implementação das ações;

- O “*How Much*”, apresenta uma estimativa do valor aproximado de quanto custa às ações ou alterações a serem implementadas.

Quadro 3 – Plano de Ação - 5W2H

Item	*What?*	*How?*	*Why?*	*Where?*	*Who?*	*When?*	*How Much?*	Situação
	O Que?	**Como?**	**Por quê?**	**Onde?**	**Quem?**	**Quando?**	**Quanto custa?**	
1	Otimizar a movimentação das matrizes	Desenvolver um carrinho para transportar e posicionar as matrizes próximas das máquinas a realizar o *setup*	Reduzir tempo de movimentação das matrizes	Máquinas Injetoras / Matrizes	Equipe de Manutenção Terceirizada	Primeiro semestre de 2015	R$ 1.250,00	A implementar
2	Padronizar forma e dimensão dos bicos de injeção	Padronizar todos os bicos de injeção	Eliminar troca de bicos de injeção	Máquinas Injetoras / Matrizes	Fornecedor de Matrizes	Segundo semestre de 2014	R$ 680,00 / máquina	Implementado
3	Padronizar diâmetro das buchas de injeção em todas as matrizes	Igualar o diâmetro de todas as buchas de injeção com o diâmetro do orifício de saída dos novos bicos de injeção	Eliminar troca de bicos de injeção	Máquinas Injetoras / Matrizes	Fornecedor de Matrizes	Segundo semestre de 2014	R$ 250,00 / matriz	Implementado
4	Aquecer os bicos de injeção automaticamente	Instalar resistências elétricas nos novos bicos de injeção	Eliminar aquecimento manual dos bicos de injeção. Reduzir periculosidade no ambiente.	Máquinas Injetoras / Matrizes	Fornecedor de equipamentos	Segundo semestre de 2014	R$ 110,00 / resistência + R$ 240 / instalação em cada bico	Implementado
5	Criar folha padrão de produção	Ordem de produção para cada produto e matriz, com parâmetros a serem respeitados	Reduzir tempo de ajustes de parâmetros	Máquinas Injetoras / Matrizes	Qualidade/PCP	Segundo semestre de 2014	Sem custo	Em implementação

(Continua...)

(Continuação)

Item	*What?*	*How?*	*Why?*	*Where?*	*Who?*	*When?*	*How Much?*	Situação
	O Que?	**Como?**	**Por quê?**	**Onde?**	**Quem?**	**Quando?**	**Quanto custa?**	
6	Otimizar a movimentação das matrizes	Adequar motor elétrico na talha	Reduzir tempo e esforço feito pelo operador para executar estas atividades de transporte. Facilitar o içamento e transporte da matriz	Máquinas Injetoras / Matrizes	Fornecedor de equipamentos	Primeiro semestre de 2015	R$ 7.500,00	A implementar
7	Otimizar a movimentação das matrizes	Adquirir levantador magnético	Eliminar o tempo e a necessidade de rosquear o olhal nas matrizes	Máquinas Injetoras / Matrizes	Fornecedor de equipamentos	Primeiro semestre de 2015	R$ 1.200,00	A implementar
8	Reformular/Reorganizar o carrinho de ferramentas	Selecionar ferramentas mais utilizadas e reorganizá-las	Possibilitar maior facilidade de localizar as ferramentas necessárias durante o *setup*	Chão de fábrica	Qualidade/PCP	Segundo semestre de 2014	R$ 35,00	Implementado
9	Realizar atividades paralelas no *setup*	Treinar e disponibilizar um funcionário para auxiliar o encarregado durante execução do *setup*	Reduzir tempo das atividades do *setup*	Máquinas Injetoras / Matrizes	Operadores/ Encarregado pelo *setup*	Segundo semestre de 2014	Sem custo	Implementado
10	Criar procedimento para o *setup*	Através de um fluxograma com o passo a passo do procedimento de *setup*. Orientar e treinar os envolvidos	Reduzir tempo e padronizar as atividades do *setup*	Máquinas Injetoras / Matrizes	Qualidade/PCP	Segundo semestre de 2014	Sem custo	Implementado

(Continua...)

(Conclusão)

Item	*What?*	*How?*	*Why?*	*Where?*	*Who?*	*When?*	*How Much?*	Situação
	O Que?	**Como?**	**Por quê?**	**Onde?**	**Quem?**	**Quando?**	**Quanto custa?**	
11	Desenvolver um indicador de controle para os tempos de *setup*	Através de uma planilha a ser preenchida pelos operadores a cada troca de matriz	Controlar os tempos e eficiência do processo de *setup*	Máquinas Injetoras / Matrizes	Qualidade/PCP	Primeiro semestre de 2015	Sem custo	A implementar
12	Otimizar a limpeza do canhão (atividade A)	Testar/desenvolver um produto aditivo eficaz para limpeza do canhão	Possibilitar que a máquina esteja pronta para receber a nova cor (novo lote) em menos tempo	Máquinas Injetoras / Matrizes	Compras/Qualidade/ PCP	Primeiro semestre de 2015	Sem custo	A implementar
13	Otimizar o sequenciamento das trocas de cores	Realizar um estudo com análise de todas cores e misturas. Elencar as cores que mais implicam em demoras na limpeza do canhão e trocas de cor	Reduzir tempo de limpeza do canhão e propor melhor sequenciamento das cores	Máquinas Injetoras / Matrizes	PCP	Primeiro semestre de 2015	Sem custo	A implementar
14	Otimizar o *tryout*	Realizar um estudo utilizando o conceito de curva de aprendizagem	Possibilitar maior padronização do processo e redução dos tempos da atividade K1	Máquinas Injetoras / Matrizes	PCP	Primeiro semestre de 2015	Sem custo	A implementar

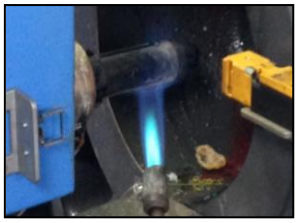
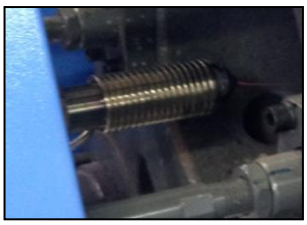
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3.4 Propostas implementadas

Nem todas as propostas contidas no plano de ação puderam ser implementadas no período que compreende o desenvolvimento deste estudo. As propostas de melhorias escolhidas para serem implementadas foram definidas pela diretoria da empresa e apoiadas pelo autor deste estudo. Os critérios utilizados foram: a viabilidade de implementação e as prioridades que a empresa possuía no momento.

As implementações dos itens 02, 03 e 04 do plano de ação proposto foram priorizadas, visto que, além de eliminar três atividades do *setup* antigo (T, F1 e G1), estas melhorias proporcionaram maior segurança ao ambiente da empresa por acabar com a necessidade de utilizar a chama de um botijão de gás no chão de fábrica. Ainda que tenham sido implementações onerosas, conforme apresentado na Figura 18, as mesmas foram vistas como fundamentais pelos diretores da empresa.

Figura 18 – Melhorias – itens 02, 03 e 04

Item	Investimento	Antes	Depois
02	Confecção de 5 bicos de injeção de mesmas dimensões = R$ 3.400,00		
03	Usinagem das buchas das 16 matrizes no diâmetro padrão para acoplar os novos bicos de injeção = R$ 4.000,00		
04	Aquisição de 5 resistências elétricas para serem acopladas aos novos bicos de injeção = R$ 550,00. Instalação das resistências nas máquinas = R$ 1.200,00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

A reformulação do carrinho de ferramentas possibilitou transmitir uma noção dos conceitos da filosofia 5S para os funcionários. Primeiramente, foram selecionadas as ferramentas mais utilizadas durante o processo de troca de matriz. Com estes itens separados, foi desenvolvido um *Shadow Board* em EVA, que é um quadro vazado com o desenho das

ferramentas. Além de proporcionar maior organização, padronização e limpeza ao ambiente, esta melhoria permite maior rapidez para encontrar as ferramentas desejadas. Para este item, como investimento, somente foi necessária a aquisição de uma chapa de 1m² de EVA, como demonstrado na Figura 19. Para identificar (recortar) o formato das ferramentas foi utilizado um estilete.

Figura 19 – Melhorias – item 08

Item	Investimento	Antes	Depois
08	Confecção de um *Shadow Board* em EVA com o formato das ferramentas mais utilizadas no *setup* = R$ 35,00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3.5 Novo *setup* com um operador auxiliar

Diante das melhorias até então implementadas, foi possível simular e executar uma nova situação de *setup*. Conforme sugerido no item 09 e 10 do plano de ação, este novo procedimento de *setup* passa a ser realizado por dois funcionários, o encarregado pela troca e um operador auxiliar. A inclusão de um operador na execução do *setup* não acarreta em acréscimos de custos operacionais para a empresa, somente implica em um melhor planejamento por parte do PCP, exigindo que atividades de moagem e mistura não sejam programadas em paralelo às trocas de matrizes. Desta forma, o operador que executa estas tarefas, estará disponível para auxiliar no *setup*.

Um dos pontos importantes para definir o novo procedimento de *setup* foi o envolvimento dos operadores nas mudanças propostas. Desta forma, não foi necessário um treinamento aprofundado, sendo requerido somente orientações daqueles que detinham maior conhecimento no processo.

Visto que a realização do *setup* com a participação de mais um operador implica em atividades paralelas e simultâneas, foram elencadas na Quadro 4 as dependências entre as atividades e também o(s) responsável(eis) pelas execuções.

Quadro 4 – Atividades dependentes no novo *setup*

Descrição da Atividade		Dependência	Operador (es)
A	Limpar o canhão com material transparente	-	Encarregado
B	Abastecer funil com novo material - troca de cor	-	Auxiliar
C	Parar máquina	A	Encarregado
D	Afastar o canhão	C	Encarregado
E	Fechar registro da água dos moldes	B, C	Auxiliar
F	Organizar e limpar em torno da máquina	D, E	Encarregado + Auxiliar
G	Levar tonel de material de refugo para área de moagem	F	Auxiliar
H	Trazer tonel vazio para perto da máquina	G	Auxiliar
I	Lubrificar a matriz do lote anterior (em máquina)	F	Encarregado
J	Rosquear olhal no molde	H	Auxiliar
K	Desconectar mangueiras do molde	I, J	Encarregado + Auxiliar
L	Buscar talha e posicioná-la sobre a máquina injetora	K	Encarregado + Auxiliar
M	Posicionar gancho da talha dentro do olhal do molde	L	Encarregado + Auxiliar
N	Soltar presilhas que prendem o molde na máquina (4 presilhas em cada lado)	M	Encarregado + Auxiliar
O	Retirar molde da máquina (puxar corrente da talha)	N	Encarregado + Auxiliar
P	Deslocar molde e guardar na mesa de armazenamento	O	Encarregado + Auxiliar
Q	Fisgar novo molde na mesa de armazenamento	P	Encarregado + Auxiliar
R	Deslocar molde até a máquina com auxílio da talha	Q	Encarregado + Auxiliar
S	Limpar parte interna da máquina	R	Encarregado + Auxiliar
U	Descer e centrar molde na máquina	S	Encarregado + Auxiliar
V	Regular altura do molde	U	Encarregado
X	Acionar travamento do molde	V	Encarregado
Z	Fixar presilhas (4 presilhas em cada lado)	X	Encarregado + Auxiliar
A1	Levar talha de volta para área das matrizes	Z	Auxiliar
B1	Ligar motor da máquina e abrir molde	Z	Encarregado
C1	Fixar mangueiras no molde	A1, B1	Encarregado + Auxiliar
D1	Limpar/lustrar molde (machos e cavidades)	C1	Encarregado
E1	Regular parâmetros	D1	Encarregado
H1	Aproximar canhão	E1	Encarregado
I1	Fechar molde e injetar primeiro ciclo	H1	Encarregado
J1	Abrir registros de água	C1	Auxiliar
H1	Testes e ajustes de parâmetros - 1ª peça boa do lote seguinte (*tryout*)	H1	Encarregado

Fonte: Elaborado pelo autor.

Shingo (1996) afirma que em grandes máquinas, como injetoras de plástico e prensas grandes, um operador sozinho desperdiça muito tempo com movimentação em torno da máquina. Ao realizar operações paralelas e simultâneas, o *setup* pode ser reduzido em 50%, devido à economia de movimentos. Com esta motivação, a nova proposta de execução do *setup* com dois operadores foi implementada, filmada e cronometrada.

4.2.3.6 Rede PERT/CPM do novo *setup*

Nesta etapa do estudo, diante do novo padrão de execução do *setup*, após implementados os itens 02, 03, 04, 08, 09 e 10 do plano de ação, foi realizado o levantamento dos tempos após as melhorias (APÊNDICE C).

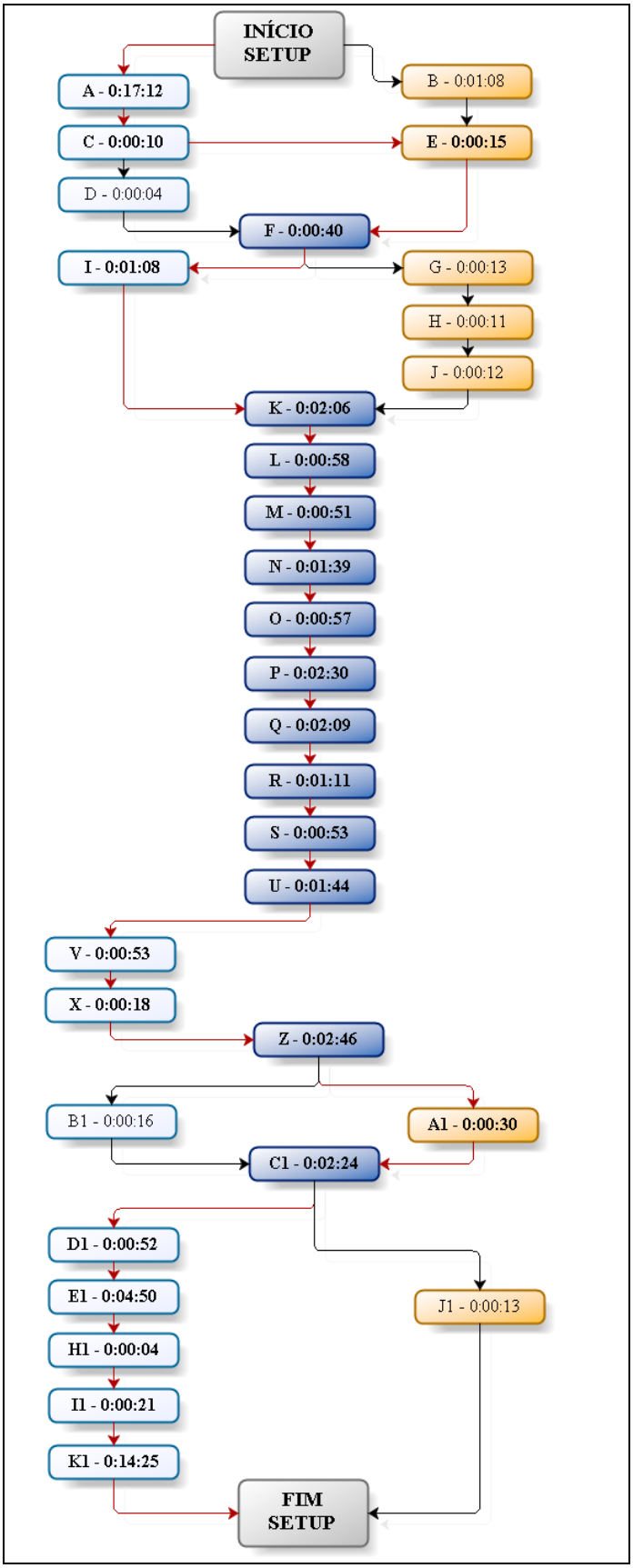
A rede PERT/CPM representada na Figura 20, além de demonstrar o tempo médio de cada operação do novo *setup*, relaciona as dependências entre as atividades e evidencia o caminho crítico, que é representado pelo caminho em que as flechas de ligação entre as atividades estão em vermelho.

Este novo modelo de procedimento demonstra que atividades que antes exigiam mais esforço do encarregado, podem agora ser executadas por dois funcionários, reduzindo a complexidade e também a duração do procedimento.

As atividades localizadas no lado esquerdo da rede PERT/CPM são realizadas pelo funcionário encarregado. As atividades centrais são aquelas executadas simultaneamente pelos dois operadores, e por fim, aquelas localizadas no lado direito do diagrama são tarefas realizadas pelo operador auxiliar.

Verificou-se que o caminho crítico é composto pelas atividades: A-C-E-F-I-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-U-V-X-Z-A1-C1-D1-E1-H1-I1-K1. Desta forma, sugere-se que as ações futuras que visem à redução de tempos no *setup* sejam direcionadas para as atividades que compõe este caminho, pois levando em consideração o tempo médio das atividades, é o caminho que não possui folga.

Figura 20 – Rede PERT/CPM



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Resultados e discussão

A medição dos tempos antes e depois da implementação das melhorias serve como um indicador para comprovar a eficácia da metodologia. Cabe lembrar que somente algumas melhorias contidas no plano de ação proposto foram executadas durante o estudo. Entende-se que com as demais ações implementadas aliadas à melhoria contínua (*kaizen*) do processo e dedicação dos envolvidos, pode-se obter reduções de tempos ainda mais satisfatórias.

Antes das melhorias, o tempo médio de troca das matrizes era de 1 hora 21 minutos e 10 segundos. Após as melhorias, a média do tempo total passou a ser 1 hora 01 minutos e 48 segundos, obtendo-se um ganho de 19 minutos e 22 segundos. Portanto, a redução nos tempos de troca alcançada foi de 23,9%, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Ganho no tempo total de *setup*

Tempo antes das melhorias (horas)	**Tempo após melhorias implementadas (horas)**	**Ganho (horas)**	**Percentual de ganho**
1:21:10	1:01:48	0:19:22	23,9%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os ganhos em horas e percentuais com cada atividade após melhorias e padronização do processo de *setup* são apresentados na Tabela 7. Cabe ressaltar que a soma das reduções de tempo de todas as atividades não resulta no ganho total do *setup*, pois como o processo passou a ser executado por dois operadores, as atividades que não fazem parte do caminho crítico, não contribuem no tempo total de execução.

Tabela 7 – Percentual de redução dos tempos por atividade

Atividade	**Tempo anterior (horas)**	**Tempo atual (horas)**	**Ganho (horas)**	**Percentual de ganho**
A	0:18:24	0:17:12	0:01:12	6,5%
B	0:01:10	0:01:08	0:00:02	2,2%
C	0:00:10	0:00:10	0:00:00	0,0%
D	0:00:04	0:00:04	0:00:00	0,0%
E	0:00:15	0:00:15	0:00:00	0,0%
F	0:01:26	0:00:40	0:00:46	53,2%
G	0:00:14	0:00:13	0:00:01	7,0%
H	0:00:11	0:00:11	0:00:00	0,0%
I	0:01:08	0:01:08	0:00:00	0,0%
J	0:00:13	0:00:12	0:00:01	5,8%
K	0:03:49	0:02:06	0:01:43	44,9%
L	0:01:06	0:00:58	0:00:09	13,5%
M	0:01:00	0:00:51	0:00:09	15,0%
N	0:02:35	0:01:39	0:00:56	35,9%
O	0:01:09	0:00:57	0:00:11	16,7%

(Continua...)

(Conclusão)

Atividade	Tempo anterior (horas)	Tempo atual (horas)	Ganho (horas)	Percentual de ganho
P	0:02:50	0:02:30	0:00:19	11,5%
Q	0:02:36	0:02:09	0:00:26	16,9%
R	0:01:30	0:01:11	0:00:19	20,9%
S	0:01:32	0:00:53	0:00:39	42,5%
T	0:04:07	ELIMINADA	0:04:07	100,0%
U	0:02:05	0:01:44	0:00:21	16,7%
V	0:00:54	0:00:53	0:00:01	1,9%
X	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0,0%
Z	0:04:17	0:02:46	0:01:31	35,4%
A1	0:00:32	0:00:30	0:00:02	5,5%
B1	0:00:17	0:00:16	0:00:01	3,4%
C1	0:03:20	0:02:24	0:00:56	28,2%
D1	0:00:56	0:00:52	0:00:04	7,1%
E1	0:05:22	0:04:50	0:00:32	9,9%
F1	0:00:27	ELIMINADA	0:00:27	100,0%
G1	0:01:12	ELIMINADA	0:01:12	100,0%
H1	0:00:04	0:00:04	0:00:00	0,0%
I1	0:00:22	0:00:21	0:00:01	5,6%
J1	0:00:14	0:00:13	0:00:01	7,1%
K1	0:15:22	0:14:25	0:00:57	6,2%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que, as atividades que tiveram maior ganho percentual no *setup* foram aquelas que passaram a ser executadas simultaneamente pelos dois operadores.

4.3.1 Avaliação financeira das melhorias

Considerando o ganho de 19 minutos e 22 segundos por *setup* realizado, mensurados neste estudo de caso, projeta-se que seja gerado um incremento anual de 195.624 unidades produzidas, tomando-se como referência a utilização das 5 máquinas injetoras e uma média mensal de 20 *setup*s realizados. A partir destes números e levando em consideração a utilização total desta capacidade gerada pelas melhorias, estima-se que seja alcançado um acréscimo de R$ 24.453,03 no faturamento anual, conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Ganho financeiro com a redução dos *setups*

Média de produção mensal (5 máquinas) (22 dias trabalhados)	Produção por hora / máquina (18h trabalhadas por dia)	Tempo ganho com as melhorias (horas)	Média de *setup*s por mês	Tempo ganho em um mês (horas)	Preço médio unitário	Ganho anual em peças	Ganho anual em faturamento (R$)
5.000.000un	2.525un	0:19:22	20	6:27:15	R$ 0,125	195.624un	R$ 24.453,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa são apresentadas as considerações finais deste estudo de caso, avaliando se os objetivos propostos no princípio foram alcançados.

Este trabalho teve como objetivo descrever e propor melhorias, visando à otimização dos tempos de *setup* nas máquinas injetoras de plástico. Através das melhorias, pôde-se consolidar um novo padrão de procedimento para realização dos *setups* e também conscientizar os colaboradores da importância e dos reflexos positivos que este estudo de caso já proporcionou e contribuirá de agora em diante.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que foi possível descrever o processo produtivo da empresa, mencionar como são programadas as trocas de matrizes, mapear e mensurar os tempos das trocas realizadas e propor melhorias para o *setup* com base no conceito e nas técnicas da Troca Rápida de Ferramentas.

Além disso, ao longo do estudo de caso, houve a possibilidade de implementar alguns itens propostos no plano de ação e mensurar se os mesmos proporcionaram benefícios ao processo da empresa. Ficou evidenciado que estas ações, em um curto espaço de tempo, já trouxeram ganhos (redução) na duração do *setup*.

Constata-se que ainda existem muitas oportunidades para melhorias no processo de *setup* desta empresa, visto que antes da implementação do estudo de caso, a troca de matrizes era um processo que em poucas ocasiões havia sido avaliado e debatido pelos gestores. É evidente que ao aplicar a metodologia TRF e reduzir o tempo do *setup*, além de padronizar os procedimentos, gera-se um incremento na capacidade produtiva.

O cenário competitivo atual indica que o maior objetivo dos sistemas de produção tem sido aumentar a eficiência da produção através da eliminação consistente e completa de desperdícios (OHNO, 1997). A busca pela redução no tempo e complexidade do *setup* se torna uma ferramenta estratégica para a empresa, pois além da capacidade adicional gerada, possibilita a redução de perdas no chão de fábrica.

Para a continuidade do sucesso da implementação proposta neste estudo, é essencial que haja um alto comprometimento por parte de todos os envolvidos e que a cultura de melhoria contínua (*kaizen*) esteja cada vez mais presente na rotina desta organização. O treinamento e a capacitação dos operadores devem ser focados na redução e/ou eliminação de todo e qualquer desperdício não só no processo de setup, mas também em todos os processos da empresa.

Como recomendações para estudos futuros, com base na continuidade do desenvolvimento e implementação das melhorias propostas neste estudo de caso, pode-se indicar os seguintes tópicos:

- Aprofundar a análise PERT/CPM, evidenciando os tempos otimistas, esperados e pessimistas no processo de setup, bem como um estudo da variância de cada atividade executada;

- Fazer um estudo focado nas atividades mais representativas no setup e naquelas que possuem maior variância, procurando encontrar formas de reduzi-las.

- Relacionar a metodologia de Troca Rápida de Ferramentas com a análise PERT/COM;

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção:** conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

APOSTILA SENAI. **Básico de Preparador e Regulador de Máqunas Injetoras.** Caixas Do Sul, 2009.

BACCI, Murilo. D. N.; SUGAI, Miguel.; NOVASKI, Olívio. Proposta de modelo de tomada de decisão para aplicação da metodologia SMED**. Simpósio de Engenharia de Produção.** Bauru/São Paulo. nov. 2005. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Bacci_M_Proposta%20de%20modelo.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2014.

BARROS, Aidil J. S.; LEHFELD, Neide A. S. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: 2. ed. Makron Books: Pearson Education do Brasil, 2000.

CAON, Mauro CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu. Planejamento, programação e controle da produção. **MRP II/ERP:** conceitos uso e implantação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, Hennrique. Flexibilidade nos Sistemas de Produção. **Revista de Administração de Empresas,** São Paulo: EAESP/FGV, mai./jun. 1993. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v33n3/a03v33n3.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DAY, George S. **A Empresa Orientada para o Mercado**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil:** desafios competitivos para a indústria. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus. 1997.

FOGLIATTO, Flávio S.; FAGUNDES, Paulo R. M. Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso. **Gestão & Produção**. ago. 2003. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2014.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, Antonio C. **Estudo de caso.** São Paulo: Atlas, 2009.

GODOY, Arilda S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: EAESP/FGV, mai./jun. 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2014.

GUIMARRÃES, Marcela A.; ISHISAKI, Norio. Redução de desperdícios com a filosofia kaizen: um estudo de caso emu ma indústria aeronáutica. **Revista de Administração da FATEA – RAF.** Lorena, SP, jan./jul. 2013. Disponível em: <http://www.fatea.br/seer/index.php/raf/article/viewFile/628/446>. Acesso em: 08 jun. 2014.

HARMON, Roy L. **Reinventando a fábrica II:** conceitos modernos de produtividade na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

HAY, Edward. J. **Just in Time:** um exame dos novos conceitos de produção. São Paulo: Maltese, 1992.

JÚNIOR, José A. V. A.; KLIPPEL, Marcelo. Análise Crítica do inter-relacionamento das perdas e dos subsistemas do sistema Toyota de produção. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba, PR. out. 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr12_0797.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

JURAN, Joseph M.; GODFREY A. Blanton. **Juran's Quality Handbook**. 5. ed. Estados Unidos: McGraw-Hill, 1998.

LEITE, Washington Ribeiro. **Sistema de administração da produção Just In Time (JIT).** Belo Horizonte, MG: IETEC, 2006. Disponível em: <http://www.ietecnet.com.br/supervisores/artigos/Produção/Sistema%20de%20Adm%20da%20Produção/JIT.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014.

LEWIS, Jim. Identifying seven types of waste. **Upholstery Manufacturing Magazine.** Estados Unidos. out. 2005. Disponível em: <http://search.proquest.com.ezproxy.lib.calpoly.edu/docview/199360886/fulltextPDF?source=fedsrch&accountid=10043>. Acesso em: 15 jun. 2014.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota:** 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARDEGAN, Ronaldo et al.; Estudo de caso de implementação de troca rápida de ferramentas me uma empresa metal mecânica. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Fortaleza, Ce. out. 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr450301_7971.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

MAXIMIANO, Antônio C. A. **Administração de projetos:** como transformar ideias em resultados. São Paulo: Atlas, 2002.

MONDEN, Yasuhiro. **Toyota Production System:** an integrated approach to just in time. Norcross, GA. 3. ed. New Jersey, EUA: Engineering & Management Press, 1998.

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

MULLER, Roger Mário. **Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de *setup***. Curitiba, PR, 2007. Disponível em: <http://www.pgmec.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_081_roger_mario_muller.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Rodrigo J. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PELLEGRINI, Silvia. Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.** Istanbul, Turquia. jul. 2012. Disponível em: <http://www.iieom.org/ieom2012/pdfs/557.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

RAGO, Sidney. F. T. **Atualidades na gestão da manufatura**. São Paulo: IMAM, 2003.

ROESCH, Sylvia M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração:** guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Javier; WYSK, Richard A.; TORRES, Jose M. **Improving Production with Lean Thinking**. New Jersey, EUA: John Willey & Sons, 2006.

SANTOS, Tatiane A. et al; Aumento da produtividade e flexibilidade do processo spunbonded através da redução do tempo de preparação de máquinas. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0106_1678.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2014.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

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

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** São Paulo: 1. ed. Atlas, 1997.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____ et al. **Administração da Produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STALK, JR. G. **Competindo contra o tempo:** competing against time. Rio de Janeiro, Campus: 1993.

TERRA, José C.C. **Inovação:** quebrando paradigmas para vencer. São Paulo: Saraiva. 2007.

TUDO SOBRE PLÁSTICOS. **O Processo de Moldagem por Injeção**. Disponível em: <http://www.tudosobreplasticos.com/processo/injecao.asp>. Acesso em: 08 nov. 2014.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

WILSON, Lonnie. **How to Implement Lean Manufacturing**. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2010.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GLOSSÁRIO

Changeover - termo em inglês utilizado para identificar um processo de *setup* ou troca de ferramentas.

Diagrama Ishikawa – também conhecido como diagrama de causa-efeito ou espinha de peixe, é uma ferramenta gráfica utilizada para demonstrar a relação entre causas e efeitos ou alguma característica de qualidade e os fatores envolvidos.

Lead time - numa visão de processos, é o tempo que se leva para que um serviço ou operação seja completamente executado, desde sua solicitação até sua entrega.

Lean Manufacturing - termo em inglês sinônimo de manufatura enxuta.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo de Ordem de Produção

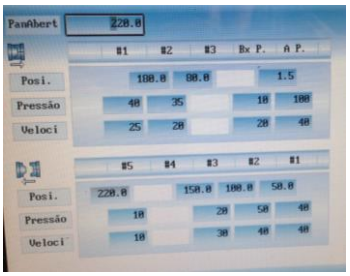
Ordem de Produção

Tamplastec
Tampos Plásticos

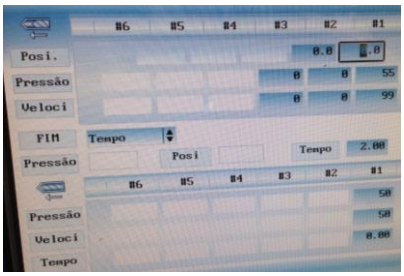
Informações sobre o Produto	
Data	__ / __ / __
Especificação Tampa	xxxxxxxxxxx
Cor	xxxxxxxxxxx
Lote	xxxx/2014
Máquina	x
Molde	Molde x
Mistura	xxxxxxxxxxx
Ciclo Médio Produção (segundos)	00:00

Parâmetros Máquina

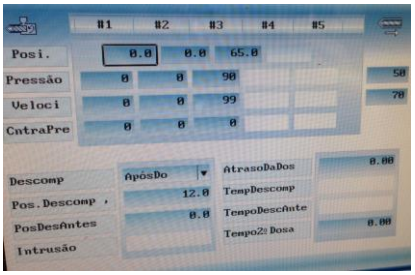
1º - Ajustes de Abertura e Fechamento



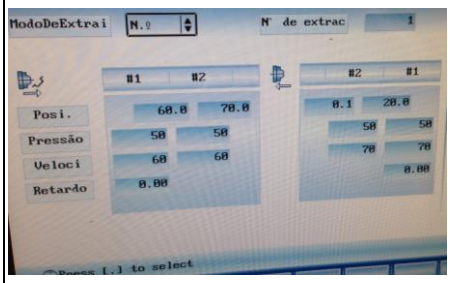
2º - Ajustes de Injeção



3º - Ajustes de Dosagem

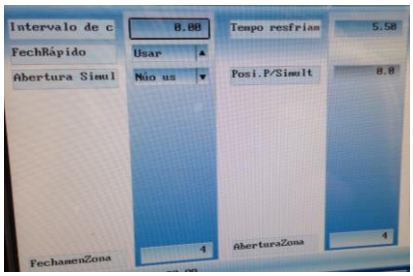


4º - Ajustes de Extração



5º - Ajustes de Temperatura

6º - Ajustes de Resfriamento



APÊNDICE B – Tempos antes das melhorias

Descrição da Atividade		Tempo (horas)				Média Tempo (horas)
		03/set Troca 1	15/set Troca 2	19/set Troca 3	24/set Troca 4	
A	Limpar o canhão com material transparente	0:18:45	0:19:36	0:18:13	0:17:02	0:18:24
B	Abastecer funil com novo material - troca de cor	0:01:05	0:01:15	0:01:13	0:01:06	0:01:10
C	Parar máquina	0:00:10	0:00:09	0:00:10	0:00:10	0:00:10
D	Afastar o canhão	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04
E	Fechar registro da água dos moldes	0:00:16	0:00:15	0:00:14	0:00:15	0:00:15
F	Organizar e limpar em torno da máquina	0:01:12	0:01:02	0:01:30	0:02:00	0:01:26
G	Levar tonel de material de refugo para área de moagem	0:00:13	0:00:15	0:00:13	0:00:16	0:00:14
H	Trazer tonel vazio para perto da máquina	0:00:10	0:00:10	0:00:11	0:00:11	0:00:11
I	Lubrificar a matriz do lote anterior (em máquina)	0:01:10	0:01:02	0:01:22	0:00:58	0:01:08
J	Rosquear olhal no molde	0:00:12	0:00:15	0:00:13	0:00:12	0:00:13
K	Desconectar mangueiras do molde	0:03:42	0:03:55	0:03:47	0:03:52	0:03:49
L	Buscar talha e posicioná-la sobre a máquina injetora	0:01:00	0:01:10	0:01:11	0:01:05	0:01:06
M	Posicionar gancho da talha dentro do olhal do molde	0:00:55	0:01:05	0:01:01	0:00:59	0:01:00
N	Soltar presilhas que prendem o molde na máquina (4 presilhas em cada lado)	0:02:32	0:02:40	0:02:31	0:02:35	0:02:35
O	Retirar molde da máquina (puxar corrente da talha)	0:01:10	0:01:04	0:01:15	0:01:06	0:01:09
P	Deslocar molde e guardar na mesa de armazenamento	0:02:40	0:03:01	0:02:50	0:02:48	0:02:50
Q	Fisgar novo molde na mesa de armazenamento	0:02:31	0:02:50	0:02:39	0:02:22	0:02:36
R	Deslocar molde até a máquina com auxílio da talha	0:01:20	0:01:39	0:01:35	0:01:25	0:01:30
S	Limpar parte interna da máquina	0:01:35	0:01:05	0:01:40	0:01:49	0:01:32
T	Trocar bico de injeção	0:04:05	0:04:16	0:03:32	0:04:34	0:04:07
U	Descer e centrar molde na máquina	0:01:49	0:01:40	0:02:42	0:02:07	0:02:05
V	Regular a altura do molde	0:00:54	0:00:56	0:00:54	0:00:52	0:00:54
X	Acionar travamento do molde	0:00:17	0:00:18	0:00:18	0:00:19	0:00:18
Z	Fixar presilhas (4 presilhas em cada lado)	0:04:05	0:04:12	0:04:30	0:04:23	0:04:17
A1	Levar talha de volta para área das matrizes	0:00:28	0:00:34	0:00:35	0:00:30	0:00:32
B1	Ligar motor da máquina e abrir molde	0:00:15	0:00:18	0:00:15	0:00:19	0:00:17
C1	Fixar mangueiras no molde	0:03:00	0:03:30	0:03:28	0:03:23	0:03:20
D1	Limpar/lustrar molde (machos e cavidades)	0:00:52	0:00:52	0:00:56	0:01:05	0:00:56
E1	Regular parâmetros da máquina	0:05:20	0:04:02	0:05:59	0:06:08	0:05:22
F1	Buscar botijão de gás	0:00:25	0:00:31	0:00:28	0:00:25	0:00:27
G1	Acender chama e aquecer o bico	0:01:05	0:01:20	0:01:14	0:01:11	0:01:12
H1	Aproximar canhão	0:00:03	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:04
I1	Fechar molde e injetar primeiro ciclo	0:00:20	0:00:22	0:00:25	0:00:22	0:00:22
J1	Abrir registros de água	0:00:15	0:00:13	0:00:15	0:00:13	0:00:14
K1	Testes e ajustes de parâmetros - 1ª peça boa do lote seguinte	0:15:58	0:12:30	0:17:30	0:15:30	0:15:22
Total (horas)		**1:19:53**	**1:18:11**	**1:24:56**	**1:21:40**	**1:21:10**

APÊNDICE C – Tempos após as melhorias

Descrição da Atividade		Tempo (horas)				Média Tempo (horas)	Dependência	Operador (es)
		15/out	20/out	30/out	03/nov			
		Troca 1	Troca 2	Troca 3	Troca 4			
A	Limpar o canhão com material transparente	**0:16:05**	**0:18:10**	**0:16:50**	**0:17:45**	**0:17:12**	-	Encarregado
B	Abastecer funil com novo material - troca de cor	0:01:14	0:01:10	0:01:04	0:01:05	0:01:08	-	Auxiliar
C	Parar máquina	**0:00:11**	**0:00:10**	**0:00:10**	**0:00:09**	**0:00:10**	A	Encarregado
D	Afastar o canhão	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:04	0:00:04	C	Encarregado
E	Fechar registro da água dos moldes	**0:00:16**	**0:00:15**	**0:00:15**	**0:00:13**	**0:00:15**	C	Auxiliar
F	Organizar e limpar em torno da máquina	**0:00:40**	**0:00:35**	**0:00:42**	**0:00:44**	**0:00:40**	D	Encarregado + Auxiliar
G	Levar tonel de material de refugo para área de moagem	0:00:14	0:00:12	0:00:15	0:00:12	0:00:13	F	Auxiliar
H	Trazer tonel vazio para perto da máquina	0:00:11	0:00:11	0:00:12	0:00:10	0:00:11	G	Auxiliar
I	Lubrificar a matriz do lote anterior (em máquina)	**0:01:05**	**0:01:08**	**0:01:10**	**0:01:11**	**0:01:08**	F	Encarregado
J	Rosquear olhal no molde	0:00:12	0:00:14	0:00:11	0:00:12	0:00:12	H	Auxiliar
K	Desconectar mangueiras do molde	**0:01:59**	**0:02:11**	**0:02:05**	**0:02:10**	**0:02:06**	I, J	Encarregado + Auxiliar
L	Buscar talha e posicioná-la sobre a máquina injetora	**0:00:55**	**0:00:59**	**0:00:55**	**0:01:01**	**0:00:58**	K	Encarregado + Auxiliar
M	Posicionar gancho da talha dentro do olhal do molde	**0:00:50**	**0:00:51**	**0:00:51**	**0:00:52**	**0:00:51**	L	Encarregado + Auxiliar
N	Soltar presilhas que prendem o molde na máquina (4 presilhas em cada lado)	**0:01:42**	**0:01:39**	**0:01:35**	**0:01:40**	**0:01:39**	M	Encarregado + Auxiliar
O	Retirar molde da máquina (puxar corrente da talha)	**0:01:00**	**0:00:55**	**0:00:58**	**0:00:56**	**0:00:57**	N	Encarregado + Auxiliar
P	Deslocar molde e guardar na mesa de armazenamento	**0:02:31**	**0:02:28**	**0:02:27**	**0:02:35**	**0:02:30**	O	Encarregado + Auxiliar
Q	Fisgar novo molde na mesa de armazenamento	**0:02:15**	**0:02:09**	**0:02:05**	**0:02:08**	**0:02:09**	P	Encarregado + Auxiliar
R	Deslocar molde até a máquina com auxílio da talha	**0:01:05**	**0:01:02**	**0:01:20**	**0:01:17**	**0:01:11**	Q	Encarregado + Auxiliar
S	Limpar parte interna da máquina	**0:00:49**	**0:00:55**	**0:00:52**	**0:00:56**	**0:00:53**	R	Encarregado + Auxiliar
U	Descer e centrar molde na máquina	**0:01:45**	**0:01:48**	**0:01:42**	**0:01:40**	**0:01:44**	S	Encarregado + Auxiliar
V	Regular altura do molde	**0:00:56**	**0:00:55**	**0:00:52**	**0:00:50**	**0:00:53**	U	Encarregado
X	Acionar travamento do molde	**0:00:19**	**0:00:18**	**0:00:18**	**0:00:16**	**0:00:18**	V	Encarregado
Z	Fixar presilhas (4 presilhas em cada lado)	**0:02:58**	**0:02:45**	**0:02:42**	**0:02:40**	**0:02:46**	X	Encarregado + Auxiliar
A1	Levar talha de volta para área das matrizes	**0:00:32**	**0:00:30**	**0:00:28**	**0:00:28**	**0:00:30**	Z	Auxiliar
B1	Ligar motor da máquina e abrir molde	0:00:18	0:00:17	0:00:15	0:00:15	0:00:16	Z	Encarregado
C1	Fixar mangueiras no molde	**0:02:20**	**0:02:32**	**0:02:18**	**0:02:25**	**0:02:24**	A1, B1	Encarregado + Auxiliar
D1	Limpar/lustrar molde (machos e cavidades)	**0:00:50**	**0:00:58**	**0:00:52**	**0:00:49**	**0:00:52**	C1	Encarregado
E1	Regular parâmetros	**0:05:12**	**0:04:50**	**0:04:39**	**0:04:40**	**0:04:50**	D1	Encarregado
H1	Aproximar canhão	**0:00:04**	**0:00:04**	**0:00:05**	**0:00:04**	**0:00:04**	E1	Encarregado
I1	Fechar molde e injetar primeiro ciclo	**0:00:25**	**0:00:20**	**0:00:19**	**0:00:20**	**0:00:21**	H1	Encarregado
J1	Abrir registros de água	0:00:13	0:00:13	0:00:14	0:00:12	0:00:13	C1	Auxiliar
K1	Testes e ajustes de parâmetros - 1ª peça boa do lote seguinte	**0:14:20**	**0:15:02**	**0:14:44**	**0:13:35**	**0:14:25**	H1	Encarregado
Total (horas)		**1:01:04**	**1:03:29**	**1:01:14**	**1:01:24**	**1:01:48**		

ANEXOS

ANEXO A – Tabela de Controle dos Pedidos

Data Pedido	Cliente	Código Produto	Tampa	Cor	Quantidade	Embalagem	Preço	OC	Data Entrega
23/set	ÁKUA	0032628	Tampa 53mm RETA	Bronze Ojon - ÁKUA	**10.000 un**	**Caixas**	_____	**31788**	**29/09/2014**
24/set	ÁKUA	0033335	Tampa 53mm RETA	Branco Fosco - ÁKUA	**150.000 un**	**Caixas**	_____	**31876**	**20/10/2014**
08/out	ÁKUA	0033335	Tampa 53mm RETA	Branco Fosco - ÁKUA	**50.000 un**	**Caixas**	_____	**32248**	**23/10/2014**
28/out	BASTON	0032197	Tampa 53mm com Garra - Redonda	Dourado Transparente	**50.000 un**	**Sacos**	_____	**32560**	**10/11/2014**
29/out	PANVEL	0033053	Tampa 35mm sem Garra	Marrom - PANVEL	**100.000 un**	**Caixas**	_____	**32587**	**10/11/2014**
29/out	TEKBOND	-	Tampa 53mm com Garra - Quadrada	Vermelho	**70.000 un**	**Sacos**	_____	**2228**	**07/11/2014**
30/out	NEEZ	0033407	Tampa 35mm Alta	Branco Fosco - NEEZ	**100.000 un**	**Caixas**	_____	**32656**	**14/11/2014**
30/out	NEEZ	0033407	Tampa 35mm Alta	Branco Fosco - NEEZ	**100.000 un**	**Caixas**	_____	**32657**	**24/11/2014**
30/out	JIMO	8 2 5 8 5	Tampa 57mm sem Garra	Azul Oceano	**50.000 un**	**Caixas**	_____	**6300**	**12/11/2014**
03/nov	ÁKUA	0033385	Tampa 35mm RETA	Laranja - ÁKUA	**100.000 un**	**Caixas**	_____	**32806**	**17/11/2014**
03/nov	ÁKUA	0032553	Tampa 53mm RETA	Azul Brilhante - ÁKUA	**50.000 un**	**Caixas**	_____	**32805**	**07/11/2014**

ANEXO B – Foto da talha