

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

JOSE CARLOS ARAUJO DA CRUZ

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PRODUÇÃO NA REDUÇÃO DOS CUSTOS
DE PRODUÇÃO DE UM DETERMINADO PRODUTO (INJETADO EM ALUMINIO
PARA LINHA AUTOMOBILISTICA)**

Botucatu-SP
Junho – 2014

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

JOSE CARLOS ARAUJO DA CRUZ

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PRODUÇÃO NA REDUÇÃO DOS CUSTOS
DE PRODUÇÃO DE UM DETERMINADO PRODUTO (INJETADO EM ALUMINIO
PARA LINHA AUTOMOBILISTICA)**

Orientador: Prof. Dr. Paulo André de Oliveira

Trabalho de conclusão de Curso apresentado a FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Produção Industrial.

Botucatu-SP
Junho – 2014

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo reduzir os custos de produção de um determinado produto injetado em alumínio para a linha automobilística. Apresentando ferramentas que permitam maximizar o lucro do produto em estudo. Os dados foram coletados através de um estudo de caso, realizado na Empresa metalúrgica FORMALL Ind. e Comercio de peças de alumínios Ltda. A metodologia proposta para atingir o objetivo foi à utilização de conceitos de redução de custo de produção, produtividade, manufatura enxuta e fluxo de valor. Para tudo isto se registrou em planilha os tempos atuais para confecção do produto; os preços praticados para aquisição dos componentes de montagem. O mercado exige alta qualidade de fabricação e produtividade com custos reduzidos. A composição do valor final do produto ainda no processo de orçamento acaba minimizando o lucro do investidor, exigindo assim medidas imediatas para maximizar o lucro. Neste estudo se abordou adequação de ferramental, melhoria no processo, desenvolvimento de fornecedor que permitiu uma redução total nos custo de produção de R\$ 13,12 por peça, antes tinha um custo de R\$ 23,87 e passou a custar R\$ 10,75, que representa 54,96% de redução.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia, Produtividade, Processo.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. Objetivos.....	6
1.2. Justificativa e relevância do tema.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1. Conceitos de custo	8
2.2. Manufatura enxuta	10
2.3. Mapeamento de fluxo de valor.....	10
2.4. Produtividade conceito e definição	11
2.5. Fundição sob pressão	12
2.5.1. Características dos Processos de fundição.....	13
2.6. Desenvolvimento de produto.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Material	16
3.1.1. Descrição do produto em estudo	18
3.2. Métodos	18
3.2.1. Estudo de caso	19
3.2.2. Fluxograma.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Melhoria nos processos de carcaça injetada em alumínio	23
4.2. Melhoria nos processos da tampa móvel injetado em alumínio	27
4.3. Melhoria nos processos da tampa fixa injetada em alumínio	30
4.4. Melhoria no processo da bucha bi partida diâmetro 17 x 14,7 mm de nylon	32
4.5. Desenvolvimento de um novo fornecedor.....	34
4.6. Melhoria nos processos da carcaça montada (produto final suporte do trinco)	36
4.7. Perdas no processo	39
5.CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Processo e custo da carcaça injetada em alumínio antes da melhoria.....	23
2. Processo e custo da carcaça injetada em alumínio depois da melhoria.....	24
3. Resumo da tabela 1 e 2 dos itens que tiveram melhorias.....	26
4. Processo e custo da tampa móvel injetada em alumínio antes da melhoria.....	27
5. Processo e custo da Tampa móvel injetada em alumínio depois da melhoria.....	28
6. Resumo da tabela 4 e 5 dos itens que tiveram melhorias na tampa móvel injetada em alumínio.....	29
7. Processo e custo da tampa fixa injetada em alumínio antes da melhoria.....	30
8. Processo e custo da tampa fixa injetada em alumínio depois da melhoria.....	30
9. Resumo da tabela 7 e 8 dos itens que tiveram melhorias na tampa fixa injetada em alumínio.....	32
10. Processo e custo da bucha bi partida.....	32
11. Resumo dos itens que tiveram melhorias na mudança de fornecedor.....	36
12. Processos e custo da carcaça montada antes da melhoria.....	36
13. Processo e custo da carcaça montada depois da melhoria.....	37
14. Resumo da tabela 12 e 13 dos itens que tiveram melhorias na carcaça montada (suporte do trinco para a composição de uma unidade).....	39
15. Perdas no processo.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Fluxograma do suporte do trinco.....	20
2. Fluxograma da carcaça injetada em alumínio.....	20
3. Fluxograma da tampa fixa injetada em alumínio.....	21
4. Fluxograma da tampa móvel injetada em alumínio.....	21
5. Fluxograma da carcaça montada injetada em alumínio.....	22

1. INTRODUÇÃO

O processo de criação do valor final de um produto decorre principalmente dos custos de cada componente integrado ao produto. Quem dita o preço de venda é o mercado que geralmente não é de domínio da empresa, mas os custos de produção são de domínio interno, portanto pode se fazer gestão dos mesmos, na busca da sua redução.

A redução de custos de produção não pode ser episódica ou temporal; para que haja eficácia na redução, tem que ser permanente.

O mercado exige alta qualidade de fabricação e produtividade com custos reduzidos.

A composição do valor final do produto, ainda no processo de orçamento, acaba minimizando o lucro do investidor, exigindo assim medidas imediatas para maximizar o lucro.

O controle preciso de gastos e consumo é de extrema importância para o controle de custos; e a atuação de um gerenciamento não se limita apenas a fazer um controle desses dados. O objetivo é atuar em todo o processo de fabricação envolvendo todas as variáveis pertinentes ao processo de fabricação.

Com isto busca-se aumentar a produtividade, eliminar os desperdícios e melhorar a qualidade do produto, mediante a redução dos distúrbios da produção.

1.1. Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar tecnologia e metodologia de produção industrial, aplicada para reduzir os custos de produção, de um produto fabricado em alumínio, utilizado por indústria automobilística.

1.2. Justificativa e relevância do tema

O presente trabalho consiste em apresentar ferramentas que permitam maximizar o lucro do produto.

Diante da globalização industrial a competitividade é cada vez maior, para se tornar competitivo é necessário ter um produto de qualidade com preços acessíveis, diante disto as indústrias automobilísticas tem reduzidos seus custos de produção. Destacando a importância de cada centavo reduzido, aumentando diretamente sua produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a redução de custo de produção é utilizado varias ferramentas e métodos, para atingir suas metas de redução. O trabalho em estudo destaca algumas delas.

2.1. Conceitos de custo

Conceitualmente, custo é o gasto que é aplicado na produção ou em qualquer outra função, gasto esse desembolsado ou não. É o valor aceito pelo comprador para adquirir um bem ou é a soma de todos os valores agregados ao bem desde sua aquisição até que ele atinja o estágio de comercialização (DUTRA, 2003).

Custos fixos são aqueles que não dependem do volume de produção e vendas no período (ASSAFI, A.N.; LIMA, F.G, 2010, p.123).

Custos variáveis são aqueles que dependem do volume de atividade (produção e vendas), sempre dentro de alguma unidade de tempo (mês, trimestre, etc.). Esses custos acompanham o volume de produção: quanto maior a atividade da empresa, maiores se apresentam estes custos (ASSAFI, A.N.; LIMA, F.G., 2010, p.124).

“Quanto a sua função, a identificação do custo das diferentes atividades da empresa de forma a possibilitar um maior controle dos valores orçados para cada uma delas” (DUTRA, 2003).

Segundo Dutra (2003) as funções podem concentrar-se em cinco níveis. Direção, apoio, gerência supervisão e execução. Sendo no nível de gerencia os custos classificados em três funções distintas:

- 1) Custo de produção- Ocorrem no setor de produção; é necessária a fabricação de produtos e serviços.
- 2) Custos administrativos – Utilizados para programação e controle, são indisponíveis a execução das políticas e da programação das atividades das empresas.
- 3) Custo de comercialização – São os custos de movimentação e distribuição de produtos.

Quanto à ocorrência; os custos subdividem-se em função das faces da sua ocorrência, sendo formados pela matéria prima, a qual pode ser chamada de custo básico, esta recebe a atuação da mão de obra, atuam sobre os custos básicos os custos gerais, em sua maioria indireta, e estes somados a mão de obra constituem-se no custo de transformação, pois são eles que transformam a matéria prima (DUTRA 2003, p. 66).

A crescente necessidade de redução de custos e aumento de produtividades dentro das organizações, aliadas a poucas disponibilidades de recursos para o investimento gera a necessidade do emprego de técnicas simples e de baixo custo que atuem nesse sentido. A globalização da economia mundial é também fator preponderante para essa busca constante de produtividade e redução de custo, uma vez que os mercados estão cada vez mais abertos e concorrência de países emergentes, se faz presentes gerando a necessidade das empresas tornarem seus processos mais eficientes, para assegurar sua sobrevivência e crescimento no mercado (LIKER; MEIER, 2007).

O custo das mercadorias vendidas na empresa comercial representa basicamente o custo de aquisição desses bens. Nesse custo foram incluídos ainda na forma de estoque, os gastos com colocação das mercadorias em condições de vendas, como transporte, seguros, etc. (ASSAF; LIMA, 2010, p. 94).

No caso da indústria, o custo dos produtos vendidos representa todos os gastos incorridos pela empresa em sua atividade de produção pode se obtido pela soma dos estoques iniciais com os custos de produção, do período e a diminuição dos estoques finais. Na apuração dos custos de produção são considerados todos os custos relativos à área de produção (ASSAF; LIMA, 2010, p. 94).

Segundo Padoveze (2003) excluindo-se as situações específicas (produtos raros, demanda maior que a possibilidade de produção, monopólios e etc), quem dita o preço de venda é o mercado, variável que geralmente não é de domínio da empresa. Mas, os custos são de domínio interno, portanto, pode-se fazer gestão dos mesmos, na busca da sua redução, proporcionando, assim, maximização no lucro.

2.2. Manufatura enxuta

A adoção de um modelo negócios em busca de competitividade é um dos maiores desafios para as empresas. Uma das filosofias de negócios é o enfoque “*Leanthinking*” ou mentalidade enxuta baseado no sistema Toyota de Produção (PRADO, 2006).

A Manufatura enxuta (*LeanProduction* ou *Lean Manufacturing*) também conhecida como Sistema Toyota de Produção (TPS) desenvolvida por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo citada por Liker e Meier, (2007). É a essência da redução dos custos de produção, configurando fazer mais com menos, ou seja menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinário e menos material e, do mesmo modo, oferece ao cliente aquilo que ele quer, além de combater os desperdícios, evitar preocupação com aspectos e questões ambientais; visar maior interação do cliente final na customização do produto; criar mecanismo para instigar à fidelidade a marca; trabalhar com montagem de componentes em módulos é obter rápida configuração do chão de fábrica das empresas (WOMACK, 2008).

Segundo Carneiro (2004), dentro do pensamento enxuto é importante lembrar que o perfeito funcionamento desse sistema as empresa devem ser esforçar ao máximo para implantar de forma correta e ao tempo certo cada uma das técnicas, ferramentas e conceitos, que são utilizados dentro deste processo produtivo, procurando obter uma completa interação entre eles e permitir com isso obter um maior lucro para a empresa.

Uma das ferramentas da Manufatura Enxuta é a ferramenta de melhoria contínua chamada de *Kaizen*, avaliada como a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. É a melhoria incremental focada na eliminação de perdas com um mínimo de investimento. Consiste na busca sistemática de inovações incrementais e radicais dentro do processo de produção. Implica a melhoria da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade (PRADO, 2006).

2.3. Mapeamento de fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor é um processo muito útil e tem sido um dos mais utilizados no universo de aplicações de *leanthinking*(mentalidade enxuta) em empresas industriais e de serviços (SLACK *et al.*, 2008).

Entre os benefícios do Mapa de Fluxo de Valor pode-se destacar: A identificação da inter-relação existente entre os processos; possibilita identificar os conceitos da Manufatura Enxuta; promove os diagnósticos de sistemas complexos; promove a identificação de ações de melhorias (WOMACK, 2008).

Womack e Jones (2004) consideram ainda que no desenvolvimento dos mapas de fluxo de valor, são analisados dois estados, que são o estado atual e o estado futuro. No estado atual, analisam-se as condições atuais do fluxo de valor, enquanto que no estado futuro serão representadas as modificações do que se pretende implementar, considerando-se nesse ponto as melhorias que foram identificadas e as que permitirão a melhoria do fluxo de valor.

Dois pontos importantes do mapa do fluxo de valor são: A identificação do tempo de agregação de valor, que é o tempo que realmente a empresa esta agregando valor no seu produto e do lead time de produção, que é o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo o um fluxo de valo, desde o começo ate o fim (ROTHER; SHOOK, 1998).

A busca por um melhor resultado nas organizações é o que se quer alcançar, onde o lucro é igual à diferença entre o preço e custo do produto ofertado. Como o preço é determinado pelo mercado, à solução é trabalhar os custos incorridos no processo de transformação (BORNIA, 2001).

2.4. Produtividade conceito e definição

A escolha de um determinado sistema de produção por uma empresa é resultado de uma decisão estratégica tomada de acordo com os objetivos que a mesma busca atingir dentro da sua realidade de mercado. A modalidade da gestão irá comprometer diretamente o desempenho do sistema de produção, no que tange aos principais aspectos competitivos da manufatura de custo, qualidade, rapidez de entrega, confiabilidade e flexibilidade (SLACK *et al.*, 2008).

O sucesso do sistema produtivo de uma organização dependerá do conjunto de fatores como estrutura, recursos humanos, nível de automação e sistema de gestão. De forma isolada, a implantação de um sistema de administração de manufatura não assegura o êxito competitivo da corporação (SLACK *et al.*, 2008).

A produtividade em uma organização pode ser medida de formas distintas. Podem ser empregadas medidas físicas ou monetárias bem como resultados absolutos ou relativos, com

tudo o mais importante é estabelecer de forma clara a necessidade de acompanhamento da produtividade, em um determinado período e o custo- benefício de se fazê-lo (RITZMAN; KRAJEWSKY, 2004).

Segundo Contador (1998), “a produtividade pode ser definida como a capacidade de produzir, partindo-se de certa quantidade de recursos, ou ainda o estado em que se dá a produção”.

A produtividade é medida pela relação entre os resultados efetivos da produção e os recursos produtivos aplicados a ela (ou produção/recursos), tais como peça /hora-máquina, toneladas produzidas/homem-hora, kilogramas fundidos/quilowatt-hora. A produtividade pode ser medida para cada recurso isoladamente, para ser possível avaliar o comportamento e desempenho de cada um. Também é possível medir a produtividade considerando a totalidade dos recursos utilizados para gerar uma determinada produção (bens ou serviços) (CONTADOR, *et al.*, 1998).

Já para Campos (1999) a produtividade pode também ser definida de forma monetária como o quociente entre o faturamento da organização e os custos incorridos para gerar aquele faturamento.

2.5. Fundição sob pressão

A fundição sob pressão é um processo tradicionalmente utilizada nas indústrias metal mecânica, montadoras e eletrodomésticos é com certeza o processo de fundição com desenvolvimento mais rápido. Uma das principais vantagens do processo de fundição por pressão, pela natureza desse processo; se obtêm uma reprodução fiel de detalhes muito finos e uma exatidão das dimensões de todos os contornos. Em muitos casos após a fundição não é necessário usinagem de acabamento o que acaba baixando o custo de produção (TOLEDO, 2011).

O processo de fundição sob pressão é o processo de manufatura que consiste na transferência de metal líquido para o interior de um molde metálico sob a ação de um pistão de elevada pressões, obtendo-se com isso, peças de alta característica mecânica e com tolerâncias dimensionais restritas (CHIAVERINE, 1986).

A qualidade de peças fundidas (tolerância dimensionais, acabamentos, etc.) esta diretamente relacionada à qualidade do molde utilizado. Essas peças vêm sendo produzida em moldes metálicos permanentes através de processo a gravidade e sob pressão. Os moldes

permanentes são construídos em aço da classe trabalho a quente, e comparado com os moldes de areia, os moldes metálicos permanentes permitem produções de maiores volumes e peças mais uniformes, com tolerâncias dimensionais mais fechadas, acabamento superficial superior e melhores propriedades mecânicas a custo relativamente baixo (VENDRAMIN; ENOKIBARA, 2013).

2.5.1. Características dos Processos de fundição

As características, defeitos, vantagens e desvantagens dos processos de fundição foram descrita por Silva (2009)

a) Características das peças fundidas

- Acréscimo de sobre metal para posterior usinagem.
- Furos pequenos, reentrâncias e detalhes não são, em geral, reproduzidos satisfatoriamente (dificultam o processo), sendo obtidos posteriormente por usinagem.
- Arredondamento de cantos para facilitar o preenchimento do molde e evitar trincas.

b) Defeitos comuns no processo

- Inclusão de grãos de areia do molde nas paredes da peça (no caso da fundição em moldes de areia) – abrasivos, causam defeitos na peça submetida a posterior usinagem além de reduzir a vida útil das ferramentas de corte.
- Vazios ou rechupes.
- Porosidade devido ao desprendimento de gases, comprometendo as características mecânicas ou o acabamento superficial.

c) Vantagens do processo

- Em geral, os processos de fundição envolvem custos baixos.
- As peças podem apresentar desde formas mais simples até as mais complexas, até mesmo impossíveis de serem obtidas por outros processos.

- As peças podem apresentar dimensões ilimitadas.
- O processo permite alto grau de automatização, adequando-se à produção em série.
- Podem ser reproduzidas peças com diversos padrões de acabamento e tolerância.

d) Desvantagens do processo

- Em geral, limitado quanto ao grau de acabamento.
- Peças com menores limites de resistência mecânica quando comparadas às peças produzidas por outros processos, devido ao resfriamento lento do metal fundido nos moldes, o que propicia o surgimento de estruturas com granulação grosseira.
- Necessidade de sempre se possuir um molde, o que pode ser desvantajoso no caso de moldes destrutíveis, já que implica na confecção de um molde para cada peça a ser produzida, tornando oneroso um volume de produção mais elevado.
- Equipamentos de grande porte são necessários.
- Alto consumo de energia.

2.6. Desenvolvimento de produto

O desenvolvimento do produto corresponde a uma série de atividades organizadas com o objetivo de transformar um conceito de produto em um produto acabado, tangível que começa com a percepção de uma oportunidade de mercado e termina com a produção, venda e entrega do produto (ULRICH e EPPINGER, 2000).

Atividade de projeto, do produto projeto de processo e projeto de sistema de manufatura, são essenciais ao desenvolvimento do produto (KIM, *et al.*, 2000).

Segundo Ulrich e Eppinger, (2000) o processo de desenvolvimento de produto depende não só do produto que será realizado, mas também da organização para este fim. Embora os processos de desenvolvimento tenham característica que os tornem particulares e os identifiquem dentre outros esforços de desenvolvimento, as fases de qualquer projeto de

desenvolvimento, pode ser caracterizado em uma seqüência genérica, para que sejam aplicadas nos mais diversos sistemas e organizações.

Fuller (1994) classifica e caracteriza um novo produto como pertencente a uma das sete categorias: ampliação de linha, reposicionamento de produtos existentes, novas configuração ou forma de produtos existentes, reformulação de produtos existentes, nova embalagem para produtos existentes, produtos inovadores de alto valor agregado e produtos criativos.

Segundo Paris, *et al.*, (2011), os projetos concorrentes têm como objetivos apresentar um novo produto o alterações em produtos já existente, buscando melhorias de desempenho nas aplicações , redução de custos e características de novidades ou, ainda, que visem a substituição de sistemas de fixações, tais como: soldas, rebites, colas, encaixes, pela utilização de parafusos, entre outros produtos ofertados no mercado de fixadores.

Na indústria metal mecânica há um grupo de processo de usinagem convencional que tem aplicação predominante quando comparado a outros processos, como por exemplo, processo de torneamento e fresagem. A principal vantagem de permitir a usinagem de peça com as mais diversas formas geométricas (TRENT e WRIGHT, 2000).

Algumas das características mais importantes em uma ferramenta empregada na usinagem são: dureza, tenacidade e resistência mecânica. Tais ferramentas, segundo o autor, tiveram melhorias naquelas propriedades que, anteriormente, impossibilitavam o uso em determinadas aplicações (TRENT e WRIGHT, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Os materiais empregados em este estudo foram os seguintes:

a) Material aplicado:

- **Alumínio**

O presente trabalho utilizou como matéria prima alumínio SAE 306, por ser especificado para confecção do produto em questão. A norma SAE 306 corresponde a 7,5 – 5% de Silício, 1% de ferro, 3 – 4 % de cobre, 0,5% de manganês, 0,1% magnésio, 0,5% de níquel, 2,9% de zinco, e 0,20% de estanho.

- **Plástico**

Composto de poliamida PA 6,0.

- **Desmoldantes**

Desmoldante SL - 4161

Desmoldante Metalstar PA 111 (B)

Lubrificante PL - 47

Fornecido por Chen Trend Ind. E Comercio de produtos químicos Ltda.

- **Tipo de lixas**

Cinta de lixa 778 x50 g. 36; fornecido por Abrasivos Santos Dumot Ltda.

Cinta de lixa 778 x 50 g. 80; fornecido por Abrasivos Santos Dumot Ltda.

Lima para enxada de oito polegadas.

b) Equipamento utilizado:

- **Forno elétrico**

Forno elétrico (DJ fornos Industriais) com capacidade de fusão de 135 kg. Por batelada, com potência de 38KW, tensão 220 V. Modelo FEAL-T1; Número de serie 395, ano de fabricação 2007.

- **Maquina injetora de plástico**

Máquina injetora de plástico Indústria de máquina MG LTDA, fabricado em 1982; modelo MG 100/4; capacidade de injeção 100g. Por batelada.

- **Maquina injetora de alumínio**

Máquina injetora de alumínio (Batenfeld). Modelo DMKH- M- 160 TOM; de 83 KW; 220V; fabricado em 1994; capacidade de 160 Ton. Fechamento e capacidade de injeção de 1,2 kg.

- **Moldes**

Dois moldes de injeção de alumínio:

Molde 1: Comprimento 350 mm., largura 300 mm., altura 325 mm.

Molde 2: Comprimento 300 mm., largura 400 mm., altura 270 mm.

Um molde termoplástico: Comprimento 150 mm., largura 200mm., altura 190mm.

- **Lixadeira**

Lixadeira politriz (JOWA), 5 Cv; 1750Rpm.; 220- 280- 410 V; 150- 8,5 – 7,5 Amp.; Serie 991106715, modelo PSB 16.

- **Furadeiras**

Furadeiras de bancadas (Indústria Mecânica Marinero Ltda.), capacidade $\frac{3}{4}$ polegada; com cinco velocidades; modelo C1.

Furadeira - Rosquiadeira de bancada (Manrod); modelo MR-735; capacidade de furação 25 mm.; capacidade de rosquiamento 24 mm. Serie 1111371; cinco velocidades.

Fresadora, Met. ZAGAZALtd., modelo MZFR, serie 650, fabricado em 1992.

- **Prensa**

Prensa manual (Manrod – SchneidenMetall), capacidade de três Ton.; Ref# MR-6510.

- **Ferramentas**

As ferramentas utilizadas foram: Broca de diâmetro de cinco e de oito milímetros e broca de diâmetro oito milímetro longa; fresa circular de 40x8mm de diâmetro; macho M6 com corte helicoidal.

3.1.1. Descrição do produto em estudo

Suporte do trinco: é composto: Por uma carcaça injetada em alumínio, com peso de 390 g; uma tampa fixa injetada em alumínio com peso de 40 g. Uma tampa móvel injetada em alumínio com peso de 140 g. Dois parafusos M6 x 20 mm bi cromatizado. Duas arruelas de pressão M6 bi cromatizados. Quatro buchas bi partidas diâmetro 17 x 14,7 mm injetada em plástico. Um pino de aço diâmetro 8 x 38 mm bi cromatizado. Dois anéis elásticos M7 fosfatizados. Um suporte de aço U de fixação 19 x 30 x 35 x 3,1 mm bi cromatizado bi cromatizado. Um parafuso M10 x 52,4 mm especial bi cromatizado. Uma porca M10 x 6 mm bi cromatizado. Uma porca M10 x 8 mm bi cromatizado. Um pino de aço diâmetro de 8 x 76 mm.

3.2. Métodos

A metodologia proposta neste trabalho foi pesquisa descritiva associada a um estudo de caso. Com a finalidade de identificar os pontos críticos passíveis de melhorias para atender o objetivo de redução de custo do produto em questão.

Para formar o preço de venda de um produto a empresa possui uma planilha de custos, onde são discriminados os custos da matéria prima por quantidade utilizada; o processo de transformação por custo minuto e lucro desejado.

Foi desenvolvida uma ficha de processo, para dar cadencia no fluxo de processamento em forma de tabela. O método utilizado foi o de linha continua. Para isto se analisou as planilhas de custos da empresa.

Os itens estudados foram:

A produtividade,

Capacidade de máquinas e equipamentos.

Adequação de ferramental.

Viabilidade de produção.

Quantidade de peças produzidas por mês.

Peso da peça.

Tipo da matéria prima,

Dimensões do molde, comparando as dimensões de fixação do mesmo na maquina.

Definição de quantidade de cavidades.

Tempo de ciclo.

3.2.1. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado na empresa Formall Indústria e Comercio de peças de Alumínio LTDA. Localizada na Rodovia João Hipólito Martins Km 19 bairro Parque Marajoara, Botucatu – SP.

Empresa Metalúrgica fundada em nove de agosto de 1993 com atividade principal fundição e injeção sob pressão de alumínio.

O presente trabalho estudou um produto específico denominado de suporte do trinco; onde o seu preço de venda é de R\$ 36,00 o qual tinha uma margem bruta de lucro de 10,03%. Esta margem é considerada baixa quando comparada a outras peças similares da empresa que possibilitam uma margem de 20%. Isto gerou uma necessidade de melhorias internas, uma vez que o preço de venda estaria prefixado pelo cliente.

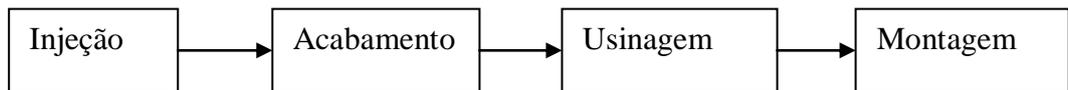
Então passou-se a analisar passo a passo o fluxo do processo do suporte do trinco; para identificar quais os itens que poderiam ser trabalhados para a redução dos custos de produção.

3.2.2. Fluxograma

O produto em estudo tem como início o processo de injeção sob pressão seguida por o acabamento, usinagem e montagem.

A figura 1 mostra seqüência do processo do suporte do trinco.

Figura 1. Fluxograma do suporte do trinco.



a) Para carcaça injetada em alumínio

A figura 2 mostra a seqüência do processo da carcaça injetada em alumínio.

Figura 2. Fluxograma da carcaça injetada em alumínio.



No processo de fundição e derretido os lingotes de alumínio num forno composto por um cadinho, com aquecimento indireto através de resistências elétricas com temperaturas para fusão a 780°C e para trabalho 680°C. Com o material já no seu estado líquido é injetado através de uma máquina injetora e um molde. Utiliza-se desmoldantes para alumínio injetado.

O processo seguinte é a remoção do canal e bolsas, esse processo é executado através de uma serra fita vertical.

No acabamento são removidas as rebarbas das linhas de fechamento, através de politrizes, limas, e cintas de lixa.

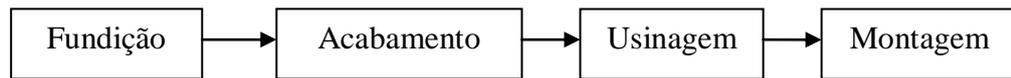
Na usinagem é feito os furos, roscas e rasgos, esse processo são feitos a través de máquinas furadeiras, rosqueadeiras, fresadoras e as ferramentas utilizadas brocas, machos e fresas; refrigeradores líquidos para ferramentas.

No processo de montagem a carcaça recebe a tampa fixa, fixando-a com uma máquina parafusadeira pneumática.

b) Para tampa fixa injetada em alumínio

A figura 3 mostra seqüência do processo da tampa fixa injetada em alumínio.

Figura 3. Fluxograma da tampa fixa injetada em alumínio.



No processo de fundição e derretido os lingotes de alumínio num forno composto por um cadinho, com aquecimento indireto através de resistências elétricas com temperaturas para fusão a 780°C e para trabalho 680°C. Com o material já no seu estado líquido é injetado através de uma máquina injetora e um molde. Utiliza-se desmoldantes para alumínio injetado.

No acabamento são removidas as rebarbas das linhas de fechamento, através de politrizes e cintas de lixa.

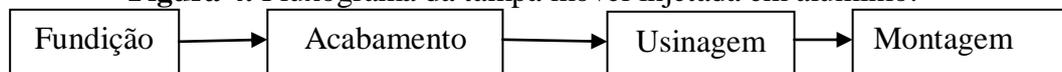
Na usinagem e feito os furos, esse processo e feitos através de máquinas furadeiras, as ferramentas utilizadas são brocas, refrigeradores líquidos para ferramentas.

No processo de montagem a tampa fixa, é fixada a carcaça com uma máquina parafusadeira pneumática.

c) Para tampa móvel injetada em alumínio

A figura 4 mostra seqüência do processo da tampa móvel injetada em alumínio.

Figura 4. Fluxograma da tampa móvel injetada em alumínio.



No processo de fundição e derretido os lingotes de alumínio num forno composto por um cadinho, com aquecimento indireto através de resistências elétricas com temperaturas para fusão a 780°C e para trabalho 680°C. Com o material já no seu estado líquido é injetado através de uma máquina injetora e um molde. Utiliza-se desmoldantes para alumínio injetado.

No acabamento são removidas as rebarbas das linhas de fechamento, através de politrizes e cintas de lixa.

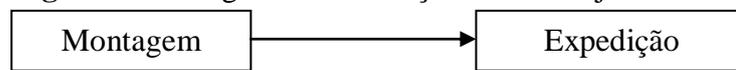
Na usinagem e feito os furos, esse processo são feitos a través de máquinas furadeiras, e as ferramentas utilizadas são brocas; refrigeradores líquidos para ferramentas.

No processo de montagem a tampa móvel é fixada a carcaça; o processo é feito através de uma prensa manual.

d) Para carcaça montada injetada em alumínio

A figura 5 mostra seqüência do processo da carcaça montada em alumínio.

Figura 5. Fluxograma da carcaça montada injetada em alumínio.



No processo de montagem a carcaça recebe a tampa fixa, a tampa móvel.

Na expedição e verificado os pedidos a serem expedidos; embala os produtos, solicita emissão de nota fiscal ao departamento fiscal. Solicita transporte para expedir.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Melhoria nos processos de carcaça injetada em alumínio

Neste estudo identificaram-se algumas possibilidades de melhorias nos itens seguintes, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2 para a carcaça injetada em alumínio.

TABELA 1. Processo e custo da carcaça injetada em alumínio antes da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,59	0,13	0,08	1,48
Injeção	2,00	0,44	0,88	16,27
Recorte de canal	0,20	0,44	0,09	1,66
Lixar com torno	0,33	0,44	0,15	2,77
Limar	0,50	0,44	0,22	4,07
Repassar 6 furos 5 mm	0,50	0,44	0,22	4,07
Quatro roscas M6	1,00	0,44	0,44	8,13
Duas roscas M6	0,50	0,44	0,22	4,07
Dois furos 8 mm	1,00	0,44	0,44	8,13
Escarear 6 furos	0,75	0,44	0,33	6,10

...continuação

...continuação

Lavar com tinner	0,50	0,44	0,22	4,07
Total do processo	7,87		3,29	60,82
	Quantidade	Custo	Custo total peça	
	aplicada		(R\$)	
Alumínio	0,39 Kg	5,10 Kg	1,99	36,78
Tinner	16,68 ml	0,0078 ml	0,13	2,40
Total de matéria prima			2,12	39,18
Custo total por peça			5,41	100,00

TABELA 2. Processo e custo da carcaça injetada em alumínio depois da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,59	0,13	0,08	1,76
Injeção	1,50	0,44	0,66	14,53
Recorte de canal	0,60	0,44	0,26	5,73
Lixar com torno	0,33	0,44	0,15	3,30
Limar	0,50	0,44	0,22	4,85
Repassar 6 furos 5 mm	0,50	0,44	0,22	4,85
Quatro roscas M6	0,60	0,44	0,26	5,73
Duas roscas M6	0,50	0,44	0,22	4,85
Dois furos 8 mm	0,60	0,44	0,26	5,73
Escarear 6 furos	0,50	0,44	0,22	4,85
Total do processo	6,22		2,55	56,18

...continuação

...continuação

	Quantidade	Custo	Custo total peça	
	aplicada		(Reais)	
Alumínio	0,39 Kg	5,10 Kg	1,99	43,83
Total de matéria prima			1,99	43,83
Custo total por peça			4,54	100,00

a) Adequação de ferramental para furação

No processo de usinagem da carcaça injetada em alumínio, tem o seguinte processo descrito, fazer dois furo de diâmetro 8 mm; com tempo de execução de 60 peças por hora; com um custo de produção de R\$ 0,44 reais por peça; isto representa 1,22% do custo total do produto. Esse processo era executado de forma morosa, onde necessitava alinhamento para executar cada furo, elevando seu custo. Após estudo identificou-se uma adequação de ferramental que tornaria o processo mais rápido e com um ganho de produtividade. Desenvolveu-se um gabarito com custo de R\$ 1300,00. Após a implantação do gabarito o processo passou a ser executado com um tempo de 100 peças por hora a um custo de R\$ 0,26. Após a melhoria a sua representação passou de 1,22% para 0,72%. O gabarito foi pago após a confecção de 7.648 peças que representam 76,5 horas de produção.

b) Ajuste de ferramental de refrigeração do molde

No processo de produção de 30 peças por hora a um custo de R\$ 0,88 por peças, representando 2,44% do custo total do produto. Após estudo identificou-se uma necessidade de melhoria no sistema de refrigeração do molde, o mesmo permitiu a ampliação de mais dois canais de refrigeração. Havendo assim uma redução no tempo de produção, que passou para 40 peças por hora a um custo de R\$ 0,66, e sua participação do custo total do produto passou de 2,44% para 1,83%. O custo de implantação foi de R\$ 800,00 e foi pago após a confecção de 3.637 peças que representam 90,9 horas de produção.

c) Processo lavar com tinner

No processo de usinagem de furos, roscas e fresa é utilizado um tipo de fluido para refrigerar as ferramentas de usinagem. Este fluido deixa uma camada oleosa nas superfícies do produto. O qual gera a necessidade de desengraxe.

Após estudo identificou-se que o desengraxante e o tempo disponibilizado para este processo; era proveniente da utilização de fluido a base de óleo para refrigeração de ferramentas, nos processo de usinagem. O mesmo foi substituído por outro fluido refrigerador não oleoso, com o mesmo preço; extinguindo o processo seguinte de lavagem. Como resultados obtiveram-se uma redução nos custos de produção.

Na transformação do produto possui um processo denominado de lavar com tinner. O desengraxante utilizado tem como descrição tinner 1010 Da marca TEMPO; utilizando-se 5 litros a um custo de R\$ 39,00 por embalagem de 5 litros, para desengravar 300 peças; a um custo de R\$ 0,13 por peças. O tempo estimado para este processo e de 120 peças por hora a um custo de R\$ 0,22 por peça. Somando os dois custos totalizam R\$ 0,35 por peça representando 0,97 % do custo total do produto. O mesmo deixou de existir.

Antes da melhoria o processo de transformação representava 61 % do custo e a matéria prima 39%, após aplicação da melhoria o processo de transformação passou a representar 56,47% e a matéria prima 43,53%.

A tabela 3 é um resumo das tabelas 1 e 2 na qual apresenta uma redução significativa nos custo de produção da carcaça injetada em alumínio, os custos totais de transformação dos itens mencionados antes das melhorias eram de R\$ 2,40 e passou a custar R\$ 1,66, portanto redução de R\$ 0,74.

TABELA 3. Resumo da tabela 1 e 2 dos itens que tiveram melhorias.

Operações	Tempo (min./peça)		Custo total (R\$/peça)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Injeção	2,00	1,50	0,88	0,66
Recorte de canal	0,20	0,60	0,09	0,26
Quatro roscas M6	1,00	0,60	0,44	0,26
Dois furos 8 mm	1,00	0,60	0,44	0,26
Escarear 6 furos	0,75	0,50	0,33	0,22
Lavar com tinner	0,50	0,00	0,22	0,00
Total			2,40	1,66

4.2. Melhoria nos processos da tampa móvel injetado em alumínio

Neste estudo identificaram-se algumas possibilidades de melhorias em alguns processos descritos nas tabelas 4 e 5 para a tampa móvel injetada em alumínio.

A tabela 4 apresenta os processos, os tempos e os custos de transformação da tampa móvel injetada em alumínio antes das melhorias aplicadas.

TABELA 4. Processo e custo da tampa móvel injetada em alumínio antes da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,24	0,13	0,03	1,20
Injeção	0,37	0,44	0,16	6,45
Recorte de canal	0,20	0,44	0,09	3,63
Lixar com torno	0,50	0,44	0,22	8,87
Limar	0,33	0,44	0,15	6,05
Um furo 8 mm	1,00	0,44	0,44	17,74
Dois furos 8 mm	1,00	0,44	0,44	17,74
Lavar com tinner	0,20	0,44	0,09	3,63
Troca de posição	0,19	0,44	0,08	3,22
Total do processo	3,79		1,70	68,53
	Quantidade aplicada	Custo	Custo total peça (Reais)	
Alumínio	0,14 Kg	5,10 Kg	0,71	28,63
Tinner	8,33 ml	0,0078 ml	0,06	2,42
Total de matéria prima			0,78	31,45
Custo total por peça			2,48	100

A tabela 4 mostra um custo total de R\$ 2,48, para a transformação da tampa móvel. O qual os processos de furação têm uma participação no custo total de 35,48%, sendo este o maior percentual de participação do total.

A tabela 5 apresenta os processos, os tempos e os custos de transformação da tampa móvel injetada em alumínio depois das melhorias aplicada.

TABELA 5. Processo e custo da Tampa móvel injetada em alumínio depois da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,24	0,13	0,03	1,76
Injeção	0,37	0,44	0,16	9,41
Recorte de canal	0,20	0,44	0,09	5,29
Lixar com torno	0,50	0,44	0,22	12,94
Limar	0,33	0,44	0,15	8,82
Três furos 8 mm	0,60	0,44	0,26	15,29
Troca de posição	0,19	0,44	0,08	4,71
Total do processo	2,20		0,99	58,22
	Quantidade aplicada	Custo	Custo total peça (Reais)	
Alumínio	0,14Kg	5,10 Kg	0,71	41,76
Total de matéria prima			0,71	41,76
Custo total por peça			1,70	100

a) Adequação de ferramental para furação

No processo de usinagem da tampa móvel injetada em alumínio, tem os seguintes processos descritos, fazer um furo de diâmetro 8 mm; com tempo de execução de 60 peças por hora; com um custo de produção de R\$ 0,44 por peça; isto representa 1,22% do custo total do produto. E outro processo descrito fazer dois furos de diâmetro 8 mm com o tempo de execução de 60 peças por horas com um custo de produção de R\$ 0,44 por peça; isto representa 1,22% do custo total do produto. Esses dois processos somados totalizam 2,44% do custo total do produto.

Após estudo identificou-se uma adequação de ferramental que tornaria o processo mais rápido e com um ganho de produtividade. Desenvolveu-se um gabarito com custo de R\$ 1000 o qual permitiu unificar os dois processos. Após a implantação do gabarito o processo passou a ser executado com um tempo de 100 peças por hora a um custo de R\$ 0,26; e passou ser descrito como três furos diâmetro de 8 mm. Após a melhoria a sua representação passou da soma dos dois processos igual a 2,44% para 0,72%. O gabarito foi pago após a confecção de 1.640 peças que representa 16,4 horas de produção.

b) Processo lavar com tinner

Na transformação do produto possui um processo denominado de lavar com tinner. O desengraxante utilizado tem como descrição tinner 1010 Da marca TEMPO; utilizando-se 5 litros a um custo de R\$ 39,00 por embalagem de 5 litros, para desengratar 600 peças a um custo de R\$ 0,06 por peças. O tempo estimado para este processo e de 300 peças por hora a um custo de R\$ 0,09 por peça. Totalizando R\$ 0,15 por peça, representando 0,42% do custo total do produto, o processo deixou de existir. Para extinção desse processo houve uma substituição do fluido de refrigeração das ferramentas de usinagem; antes era usado um fluido a base de óleos, onde o mesmo deixava o produto oleoso, havendo a necessidade de lavar; o mesmo foi substituindo por um fluido não oleoso, não sendo necessário o processo de lavagem do produto.

Antes da melhoria o processo de transformação representava 68,53 % do custo e a matéria prima 31,45%, após aplicação da melhoria o processo de transformação passou a representar 58,22% e a matéria prima 41,76%.

A tabela 6 apresenta os processos que tiveram melhorias na tampa móvel injetada em alumínio.

TABELA 6. Resumo da tabela 4 e 5 dos itens que tiveram melhorias na tampa móvel injetada em alumínio.

Operações	Tempo (min./peça)		Custo total (R\$/peça)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Um furo 8 mm	1,00	0,00	0,44	0,00
Dois furos 8 mm	1,00	0,00	0,44	0,00
Três furos 8 mm	0,00	0,60	0,00	0,26
Lavar com tinner	0,02	0,00	0,09	0,00
Total			0,97	0,26

A tabela 6 apresenta uma redução nos custos de R\$ 0,71 no processo de transformação da tampa móvel injetada em alumínio. Substituindo as operações de um furo 8 mm e dois furo 8mm pela operação três furos de 8 mm e a extinção da operação lavar com tinner. Estes processos anteriormente custavam R\$ 0,97 e passou a custar R\$ 0,26. A redução de custo representou uma economia de 73,1 %.

4.3. Melhoria nos processos da tampa fixa injetada em alumínio

Neste estudo identificaram-se algumas possibilidades de melhorias nos itens seguintes, conforme apresentado na tabela 7 e 8 para a tampa fixa injetada em alumínio.

A tabela 7 apresenta os processos, os tempos e os custos, para transformação da tampa fixa injetados em alumínio, antes das melhorias aplicadas.

TABELA 7. Processo e custo da tampa fixa injetada em alumínio antes da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,11	0,13	0,01	1,33
Injeção	0,37	0,44	0,16	21,33
Recorte de canal	0,12	0,44	0,05	6,67
Lixar com torno	0,25	0,44	0,11	14,67
Dois furos 6,2mm	0,20	0,44	0,09	12,00
Lavar com tinner	0,20	0,44	0,09	12,00
Total do processo	1,14		0,51	68,00
	Quantidade aplicada	Custo	Custo total peça (Reais)	
Alumínio	0,04 Kg	5,10Kg	0,20	26,67
Tinner	5,00 ml	0,0078 ml	0,04	5,33
Total de matéria prima			0,24	32,00
Custo total por peça			0,75	100

A tabela 8 apresenta os processos, os tempos e os custos, para transformação da tampa fixa injetados em alumínio depois das melhorias aplicadas.

TABELA 8. Processo e custo da tampa fixa injetada em alumínio depois da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Fundição	0,11	0,13	0,01	1,27
Injeção	0,75	0,44	0,33	41,77
Recorte de canal	0,12	0,44	0,05	6,33

...Continuação.

...Continuação.

Lixar com torno	0,25	0,44	0,11	13,92
Dois furos 6,2mm	0,20	0,44	0,09	11,39
Total do processo	1,32		0,59	74,68
	Quantidade aplicada	Custo	Custo total peça (Reais)	
Alumínio	0,04 Kg	5,10Kg	0,20	25,32
Total de matéria prima			0,20	25,32
Custo total por peça			0,79	100

a) Adequação de ferramental para injeção

Dentro dos estudos realizados em busca de melhoria do processo, houve uma modificação no molde da tampa fixa injetada, transferindo os postigos da tampa fixa para o molde da tampa móvel; o ocorrido gerou uma perda no processo descrito injeção, onde tinha anteriormente um tempo de 160 peças por hora a um custo de R\$ 0,16 que representava 0,44 % do custo total do produto. O seu tempo aumentou para 80 peças por hora a um custo de R\$ 0,33 por peça e sua representação passou de 0,92 % do custo total do produto.

Embora tenha ocorrido uma perda significativa neste processo, houve um ganho no tempo de espera para compor o produto final. Antes da transferência tinha que esperar a produção de certa quantidade de um produto para iniciar outro, que às vezes dependendo da demanda demorava até dois dias para ter os componentes para finalizar o produto. Esse tempo foi reduzido de 48 horas para três horas, isso permitiu uma redução significativa no led-time. Quantificando este tempo de 48 horas em horas úteis em custo R\$/minuto como estoque intermediário, com 16 horas diárias a um custo R\$/mim 0,44 totalizam R\$ 844,80; e reduzido há três horas com um custo de R\$/mim 0,44 totalizam R\$ 79,20. Por tanto ha uma redução de R\$ 765,60. A redução de custo representou uma economia de 90,6 %.

b) Processo lavar com tinner

Na transformação do produto possui um processo denominado de lavar com tinner. O desengraxante utilizado tem como descrição tinner 1010 Da marca TEMPO; utilizando-se 5 litros a um custo de R\$ 39,00 por embalagem de 5 litros, para desengratar 1000 peças; a um

custo de R\$ 0,04 por peças. O tempo estimado para este processo e de 300 peças por hora a um custo de R\$ 0,09 por peça. Totalizando R\$ 0,13, representando 0,36 % do custo total do produto; o processo deixou de existir.

A tabela 9 apresenta os processos que tiveram melhorias para transformação da tampa fixa injetadas em alumínio.

TABELA 9. Resumo da tabela 7 e 8 dos itens que tiveram melhorias na tampa fixa injetada em alumínio.

Operações	Tempo (min./peça)		Custo total (R\$/peça)	
	Ante	Depois	Antes	Depois
Injeção	0,37	0,75	0,16	0,33
Lavar com tinner	0,20	0,00	0,09	0,00
Total			0,25	0,33

A tabela 9 apresenta um aumento nos custos de produção de R\$ 0,17 na operação de injeção, antes esta operação custava R\$ 0,16 e passou a custar R\$ 0,33. E uma redução nos custos na operação lavar com tinner de R\$ 0,09, a operação foi extinta do processo. Totalizando um aumento nos custos de produção de R\$ 0,08. A perda foi compensada com a redução no *led-time*, de 48 horas para três horas; considerando oito horas úteis diárias totalizam 16 horas a um custo R\$/minutos totalizam R\$ 844,80, passando a custar R\$ 79,20. A redução de custo representa uma economia de 90,6 %.

4.4. Melhoria no processo da bucha bi partida diâmetro 17 x 14,7 mm de nylon

A tabela 10 apresenta os custos e processos para a produção da bucha bi partida de nylon; que passou a ser fabricada internamente.

TABELA 10. Processo e custo da bucha bi partida.

Operações	Tempos	Custo	Custo total	Participação
	(min./peça)	(R\$/min.)	(R\$/peça)	no custo (%)
Injeção	0,04	0,44	0,017	42,50
Recorte de canal	0,04	0,44	0,017	42,50
Total do processo	0,08		0,034	85,00

...Continuação.

...Continuação.

	Quantidade aplicada (Kg)	Custo (R\$/Kg)	Custo total peça (Reais)	
Poliamida PA 6.0	0,001	6,50	0,006	15,00
Total de matéria prima			0,006	15,00
Custo total por peça			0,04	100

a) Reengenharia de produto

Um dos itens analisados foi à bucha bi partida de diâmetro 17 x 14,7 mm de nylon, a qual é utilizada quatro unidades para compor o suporte de trinco. Esse produto era fabricado por uma empresa de usinagem, fornecido a um custo de R\$ 0,72 por unidade, que somando as quatro unidades totalizam R\$ 2,88; representando 8% do custo total do produto.

Este produto passou a ser transformado internamente, através do processo de injeção de termoplástico. No processo de injeção termo plástico quando se inicia um projeto de produto é necessário um estudo prévio de viabilidade de produção. Os principais itens analisados foram: A quantidade de peças que serão produzidas, o peso da peça, o tipo de matéria prima, capacidade de máquina, dimensões do molde, definição de quantidade de cavidade e tempo de ciclo. Observou-se que na empresa disponibilizava de uma máquina injetora de plástico com capacidade de injeção de 100 gramas; desenvolveu-se um molde com seis cavidades. O produto passaria de usinado para injetado, este processo de transformação se enquadra na descrição da reengenharia de produto, e produtividade.

Desenvolveu-se um molde termo plástico com seis cavidades com custo de R\$ 7000,00; após implantação do novo processo passou a custar R\$ 0,04 por peça, que somando as quatro unidades totalizam R\$ 0,16 e a sua representação no custo total do produto passou de 8% para 0,44%.

O molde foi pago após a confecção de 10.295 peças que representa 7,15 horas de produção.

4.5. Desenvolvimento de um novo fornecedor

Após análises dos itens de montagem do suporte do trinco identificou-se que, alguns componentes poderiam ser fornecidos, por outro fornecedor, considerando os fatores custo, qualidade, tempo de entrega e flexibilidade na quantidade dos lotes.

Os itens que passou a ser comprados de outro fornecedor foram:

a) Parafuso de aço M10 x 52,4 mm especial bi cromatizado

Este item denominado parafuso de aço M10 x 52,4 mm especial bi cromatizado representa 18,36% do valor total de venda do produto. È fornecido por uma empresa de usinagem a um custo de R\$ 6,61 por peça; o mesmo parafuso foi cotado por uma empresa fabricante de elementos fixação, a um custo de R\$ 0,99; esta diferença de preço fez levar uma proposta ao cliente para que o mesmo item fosse fabricado por uma empresa que fabrica elementos de fixação.

O cliente solicitou uma amostra para ensaios destrutíveis para comparar a resistência do mesmo. Após testes realizados pelo cliente; recebemos aprovação. Uma vez que não se alterou a qualidade do produto.

O parafuso usinado tinha um custo de R\$ 6,61, após o desenvolvimento do novo fornecedor e aplicação da reengenharia do produto o mesmo passou a custar R\$ 0,99 fornecido pela empresa fabricantes de elementos de fixação. De imediato podemos comprovar o seu percentual de participação do custo total, que passou de 18,36% para 2,75%.

b) Pino de aço 8 x 38 mm. bi cromatizado

O mesmo processo ocorreu com o pino de aço bi cromatizado diâmetro 8x38mm, que representava 4,22% do valor total de venda a um custo de R\$ 1,52 pela empresa de usinagem, passou a custar R\$ 0,55 pela empresa fabricante de elementos de fixação. Podemos comprovar o seu percentual de participação do custo total que passou de 4,22% para 1,52%.

c) Pino de aço diâmetro 8 x 76 mm bi cromatizado

O pino de aço bi cromatizado diâmetro 8x76 mm, que representava 3,5% do valor total de venda era fornecido a um custo de R\$ 1,26 pela empresa de usinagem, após o desenvolvimento do novo fornecedor passou a custar R\$ 0,66 pela empresa fabricante de elementos de fixação. E a sua participação no custo total do produto passou de 3,5% para 1,83%.

d) Porca de aço M10 x 6 mm bi cromatizada

A porca de aço bi cromatizada M10x6 mm, que por ser um item especial tem um preço diferenciado para maior, e é fabricado sob encomenda. A porca de aço M10x8 mm é um produto fácil de encontrar e tem um preço menor. Após estudos concluiu-se que a porca M10x6 mm poderia ser substituída por a M10x8 mm. Como o suporte do trinco na sua montagem descreve duas porcas de aço sendo: uma M10x6 mm e uma M10x8 mm. O produto passou a ser composto por duas porcas M10x8 mm. Este item representava 0,52%; a um custo de R\$ 0,19 e passou a custar R\$ 0,10. Podemos comprovar o seu percentual de participação do custo total que passou de 0,52% para 0,27%.

e) Porca de aço M10 x 8 mm bi cromatizada

A porca bi cromatizada M10 x 8 mm tinha um custo de R\$ 0,15; representando 0,41% do custo total do produto, após mudança do fornecedor passou a custar R\$ 0,10; passou a representar 0,27% do custo total.

f) Arruela de pressão M6 bi cromatizado, parafuso M6 x 20 bi cromatizado e o anel elástico M7

Arruela de pressão tinha um custo de R\$0,02; o parafuso M6 x 20 tinha um custo de R\$ 0,11; e o anel elástico M7 tinha um custo de R\$ 0,08. Após a mudança de fornecedor a arruela passou a custar R\$ 0,01, o parafuso M6 x 20 passou a custar R\$ 0,08 e o anel elástico M7 passou a custar R\$ 0,05.

A tabela 11 apresenta os itens e os custos antes e depois da mudança de fornecedor

TABELA 11. Resumo dos itens que tiveram melhorias na mudança de fornecedor.

Operações	Custo total (R\$/peça)	
	Antes	Depois
Parafuso de aço M10 x 52,4 mm especial	6,61	0,99
Pino de aço 8 x 38 mm.	1,52	0,55
Pino de aço bi cromatizado diâmetro 8 x 76 mm	1,26	0,66
Porca de aço bi cromatizada M10 x 6 mm	0,19	0,00
Porca de aço bi cromatizada M10 x 8 mm	0,15	0,10
Arruela de pressão M6 bi cromatizado	0,02	0,01
Parafuso M6 x 20 bi cromatizado	0,11	0,08
Anel elástico M7	0,08	0,05
Total	9,94	2,44

Em resumo a tabela 11 apresenta uma redução de R\$ 7,50; antes era gasto com estes itens R\$ 9,94 após a mudança de fornecedor passou a custar R\$ 2,44.

4.6. Melhoria nos processos da carcaça montada (produto final suporte do trinco)

As tabelas 12 e 13 da carcaça montada apresentam o custo final de composição do produto final suporte do trinco citada nas tabelas 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10 e 11.

TABELA 12. Processos e custo da carcaça montada antes da melhoria.

Operações	Tempos	Custo	Custo total	Participação no custo (%)
	(min./peça)	(R\$/min.)	(R\$/peça)	
Usinagem do fecho	2,00	0,44	0,88	3,25
Montagem	5,00	0,44	2,20	8,12
Total do processo	7,00		3,08	11,37
	Quantidade e aplicada	Custo (reais/unidade)	Custo total peça (Reais)	
Carcaça	1	5,41	5,41	19,97
Tampa fixa	1	0,75	0,75	2,77
Tampa móvel	1	2,48	2,48	9,15
Parafuso M6x20	2	0,11	0,22	0,81

...Continuação.

...Continuação.

Arruela de pressão M6	2	0,02	0,04	0,15
Bucha bi partida 17x14,7 mm	4	0,72	2,88	10,63
Pino de aço 8x38	1	1,52	1,52	5,61
Anel elástico M7	2	0,08	0,16	0,59
Suporte U	1	2,34	2,34	8,64
Parafuso M10 especial	1	6,61	6,61	24,40
Porca M10x6	1	0,19	0,19	0,70
Porca M10x8	1	0,15	0,15	0,55
Pino de aço 8x76	1	1,26	1,26	4,65
Total de matéria prima			24,01	88,62
Custo total por peça			27,09	100

TABELA 13. Processo e custo da carcaça montada depois da melhoria.

Operações	Tempos (min./peça)	Custo (R\$/min.)	Custo total (R\$/peça)	Participação no custo (%)
Usinagem do fecho	2,00	0,44	0,88	6,27
Montagem	2,00	0,44	0,88	6,27
Total do processo	4,00		1,76	12,54
	Quantidade aplicada	Custo (reais/unidade)	Custo total peça (Reais)	
Carcaça	1	4,57	4,57	32,57
Tampa fixa	1	0,80	0,80	5,70
Tampa móvel	1	1,72	1,72	12,26
Parafuso M6x20	2	0,08	0,16	1,14
Arruela de pressão M6	2	0,01	0,02	0,14
Bucha bi partida 17x14,7 mm	4	0,04	0,16	1,14
Pino de aço 8x38 mm	1	0,55	0,55	3,92
Anel elástico M7	2	0,05	0,10	0,71

...Continuação.

...Continuação.

Suporte U	1	2,34	2,34	16,68
Parafuso M10 especial	1	0,99	0,99	7,06
Porca M10x8	2	0,10	0,20	1,43
Pino de aço 8x76 mm	1	0,66	0,66	4,70
Total de matéria prima			12,27	87,45
Custo total por peça			14,03	100

a) Adequação de ferramental para fixação da tampa móvel injetada na carcaça injetada

No processo de montagem da carcaça, era utilizada uma morsa, para unir a tampa móvel à carcaça. Com um pino de aço diâmetro de 8x76 mm bi cromatizado. Era montado o suporte U de fixação com o parafuso M10 especial e duas porcas M10, o pino diâmetro 8x38 mm, os dois anéis elásticos M7. Para unir a tampa fixa se utiliza duas arruelas de pressão M6 e os dois parafusos sextavados M6x20 mm.

Todo este processo demandava um tempo de 12 peças por horas com um custo de R\$ 2,20 por peça; que representando 6,11% do custo total do produto. Após estudo identificou-se uma adequação de ferramental que tornaria o processo mais rápido com um ganho de produtividade. Com a substituição da morsa, por uma prensa manual com custou de R\$ 3600,00 reais. Após implantação o processo passou a ser executado com um tempo de 30 peças por hora a um custo de R\$ 0,88, e sua representação do custo total da peça de 6,11% para 2,47%. A prensa se pagou após a confecção de 2.728 peças que representa 90,93 horas de produção.

A tabela 14 apresenta todos os itens que tiveram redução nos custos de produção do suporte do trinco.

TABELA 14. Resumo da tabela 12 e 13 dos itens que tiveram melhorias na carcaça montada (suporte do trinco para a composição de uma unidade).

Operações	Custo total (R\$/peça)	
	Antes	Depois
Montagem	2,20	0,88
Carcaça	5,41	4,54
Tampa fixa	0,75	0,79
Tampa móvel	2,48	1,70
Parafuso M6 x 20	0,22	0,16
Arruela de pressão M6	0,04	0,02
Bucha bi partida 17 x 14,7 mm	2,88	0,16
Pino de aço 8 x 38 mm	1,52	0,55
Anel elástico M7	0,16	0,10
Parafuso M10 especial	6,61	0,99
Porca M10 x 6	0,19	0,00
Porca M10 x 8	0,15	0,20
Pino de aço 8 x 76 mm	1,26	0,66
Total	23,87	10,75

Em resumo a tabela 14 apresenta uma redução nos custos, total de R\$ 13,12; onde antes tinha um custo de produção dos itens citados de R\$ 23,87 e passou a custar R\$ 10,75. Esse resultado representa 54,96% nos custo de produção.

4.7. Perdas no processo

No processo denominado recorte de canal na carcaça injetada em alumínio, se tinha um tempo estimado em 300 peças por hora a um custo de R\$ 0,09 por peças, representando 0,25% do custo total do produto; onde o recorte de canal era feito manualmente, por ter facilidade de remoção dos canais. Uma vez que, foi alterado o sistema de refrigeração do molde da carcaça, isto repercutiu no processo seguinte que é o recorte de canal. Onde o processo não é possível ser executado manualmente. Passou a ser executado mecanicamente através de uma máquina denominada serra circular, onde o tempo de execução foi alterado, de 300 peças por hora para 100 peças por hora a um custo de R\$ 0,27. Então sua representação

que era de 0,25% passou para 0,7% do total dos custos. Esta perda foi compensada com a redução no custo do processo denominado injeção, antes tinha um custo de R\$ 0,88 e passou a custar R\$ 0,66. Houve uma economia de R\$ 0,22 que subtraindo R\$ 0,18 de perda no processo recorte de canal, teve uma redução de R\$ 0,04.

Houve também uma perda no processo de fabricação do item tampa fixa no processo descrito injeção, onde tinha anteriormente um tempo de 100 peças por hora a um custo de R\$ 0,16 que representava 0,44 % do custo total do produto. O seu tempo aumentou para 80 peças por hora a um custo de R\$ 0,33 por peça e sua representação passou de 0,92 % do custo total do produto.

A tabela 15 apresenta os itens que tiveram perdas no processo de melhorias.

TABELA 15. Perdas no processo.

Descrição	Custo total (R\$/peça)
Carcaça	0,18
Tampa fixa	0,17
Total	0,35

A tabela 15 apresenta a soma total das perdas, que totalizam R\$ 0,35.

O estudo apresentou uma redução nos custos de produção de R\$ 13,12 que subtraindo as perdas de R\$ 0,35 totalizam R\$ 12,77 que representa 53,50% de redução total dos custos de produção.

5. CONCLUSÃO

Os estudos e aplicações de tecnologia de processo permitiram as seguintes modificações no custo:

- Para a carcaça injetada em alumínio, teve um ganho de produtividade com adequação de ferramental para furação, reduzindo os custos de produção no processo de usinagem a um custo de R\$ 0,18 por peça. Com ajuste de ferramental na refrigeração do molde aumentou a produtividade, onde tinha 30 peças produzidas por hora e passou-se a serem produzidas 40 peças por horas com uma redução de R\$ 0,22. No processo lavar com tinner obteve uma redução de R\$ 0,35 extinguindo-o este processo com a substituição do fluido de refrigeração de ferramenta utilizado nos processos de usinagem.
- No item tampa móvel injetada a redução dos custos ocorreu com adequação de ferramental obtendo uma redução de R\$ 0,62 é no processo lavar com tinner redução de R\$ 0,15.
- Na tampa fixa injetada houve uma perda de R\$ 0,17 na adequação do ferramental para injeção, contra partida houve um ganho no tempo de espera para compor o produto final de 48 horas para 3 horas. É no processo lavar com tinner houve uma redução de R\$ 0,13.
- A bucha bi partida obteve redução nos custo de produção com a reengenharia de produto, passando a sua transformação de usinagem para injeção termoplástica; com redução nos custos de R\$ 2,72.
- O parafuso de aço M10 x 52,4 mm especial bi cromatizado teve uma redução no custo de R\$ 5,62, a traves da reengenharia de produto e mudança de fornecedor.

- No pino de aço diâmetro 8 x 38 mm bi cromatizado houve uma redução nos custo de R\$ 0,97 com a mudança de fornecedor.
- Pino de aço diâmetro 8 x 76mm bi cromatizado redução de R\$ 0,70 obtida com a mudança de fornecedor.
- Porca de aço M10 x 6 mm bi cromatizada redução de R\$ 0,09 substituída por porca M 10 x8 mm bi cromatizada.
- Porca M10 x 8 mm bi cromatizada redução de R\$ 0,05; Arruela de pressão M6 bi cromatizada redução de R\$ 0,02; Parafuso M6 x 20 mm bi cromatizado redução de R\$ 0,06; Anel elástico M7 redução de R\$ 0,06. Reduções obtidas através de mudança de fornecedor.
- Na carcaça montada houve uma redução R\$ de R\$ 1,32 obtida coma adequação de ferramental para fixação.
- Houve uma perda de R\$ 0,18 conseqüente da adequação do ferramental de injeção na carcaça injetada.

Neste estudo se abordou adequação de ferramental, melhoria no processo, desenvolvimento de fornecedor que permitiu uma redução total nos custo de produção de R\$ 13,12 por peça de R\$ 23,87 para R\$ 10,75, que representa 54,96% do custo anterior.

REFERÊNCIAS

- ASSAFI, A.N.; LIMA, F.G. **Fundamentos de administração financeira**. São Paulo, Editora Atlas, 2010, 353p.
- BORNIA, A.C. Análise Gerencial de Custos. In:**Aplicação em Empresas Modernas**: Artmed, São Paulo, 2001.
- CAMPOS, V. F.; **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**.Belo Horizonte, MG: Editôra de Desenvolvimento Gerencial,. 1999.
- CARNEIRO, F.L.,2004. **Proposição de melhoria para o sistema corporativo de produção da Volkswagen do Brasil e uma aplicação piloto desta proposta**. Dissertação Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo SP.
- CHIAVERINI, V.Tecnologia Mecânica, Materiais de Construção Mecânica. Vol. II, 2ª Edição, São Paulo, Brasil: Mc Graw Hill, 1986.
- CONTADOR, J. C.; et al. **Gestão de Operações: a Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- DUTRA, R. G. **Custos uma abordagem prática**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 394 p.
- FULLER, W. G. New food product development: from concept to marketplace. Florida: CRC Press LLC, 1994. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acessoem: 21 jan. 1997.
- LIKER, J.K.; MEIER, D. The Toyota way fielbook: **A practical guide for implementing**, Toyota's 4ps. New York: McGraw-Hill, 2007.
- KIM, Y-S. et al. **Xerox docuprint N4024**. Final project report in the integrating the lean enterprise class. Massachusetts, Instituteof Technology. Cambridge, 2000.
- PADOVEZE, C. L. **Controladoria Estratégica e Operacional**. São Paulo: Thompson, 2003.
- PARIS, V.J., et al. 2011. Desenvolvimento de um parafuso com dupla opção de fixação. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, M.G.**Anais...**Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.prodepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_139_881_19382>. Acesso em: 25 maio.2013.
- PRADO, C.S. **proposta de um modelo de desenvolvimento de produção enxuta com utilização da ferramenta vicionering**. 2006, 138f. Disertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos SP. 2006.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKY, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROTHER M; SHOOK, J. **Learning to see – Value Stream mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The leanenterpriseInstitute. MA, USA, 1998.

SILVA, J.J.S. 2009. Apostila de Processos de Fabricação III. Processo de fundição. Universidade do Rio de Janeiro, Faculdade de Tecnologia, Curso de Engenharia de produção – Mecânica. 1 ed. Rio de Janeiro, 2009, 49p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2008.

TOLEDO, E. F., 2011. **A influência do teor de alumínio em injetados sob pressão nas ligas de zinco**. 2011, Projeto de iniciação Científica. Faculdade de Tecnologia SENAI “Nadir Dias de Figueiredo”. Osasco- SP, 2011. Disponível em: <<http://wwwsp.senai.br/portal/metalurgia/conteudo/i....>>. Acesso em: 25 maio. 2013.

TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. **Metal cutting**. Butterworths, US: TRE/1, 2000. 446 p.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product design and development**. Irwin McGraw – Hill, Neu York, 2000.

VENDRAMIN, J.C.; ENOKIBARA, F. Considerações sobre a vida útil de moldes para fundição de alumínio sob pressão. Disponível em: <http://www.Aluminifo.com.br/artigo/InTec_014_fundi....>. Acesso em: 25 maio 2013.

WOMACK, J. Consumo Enxuto, Provisão Enxuta e Soluções Enxutas. 2008. Disponível em: Disponível em: <<http://www.lean.org.br/colunas/18/James-Womack.aspx>>. Acesso em: 25 maio 2013.

WOMACK, JP.; JONES, DT. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. 3. ed. Rio de Janeiro, Campus, 2004.