



Diana Michele Pilz

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO
PROCESSO DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE
GRANDE PORTE**

Horizontina

2012

Diana Michele Pilz

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO
DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Especialista.

Horizontina

2012

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Proposta de implementação de melhorias no processo de montagem em uma empresa de grande porte”

Elaborada por:

Diana Michele Pilz

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 05/12/2012
Pela Comissão Examinadora**

**Especialista Vilmar Bueno Silva
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador**

**Mestre Cátia Raquel Felden Bartz
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Doutor Édio Polacinski
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que esteve presente nessa conquista, incentivando-me e estando sempre comigo em todos os momentos.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por mais este presente, pela sua fidelidade e por sua infinita bondade, pelas oportunidades que me foram dadas e por conceder-me tudo o que foi necessário para concluir este curso de graduação.

De forma muito especial, agradecer também à minha família, pelas orações, pela presença incentivadora e pela compreensão durante essa caminhada.

Aos pais que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade.

Aos mestres, pela paciência e grandiosidade em dividir um pouco do seu conhecimento.

Obrigada a todos por tudo o que vivi, ouvi e aprendi.

Os problemas significativos que enfrentamos não podem ser resolvidos no mesmo nível de pensamento em que estávamos quando os criamos (Albert Einstein).

RESUMO

A competitividade na qual as empresas atualmente estão inseridas reforça a necessidade de possuírem processos enxutos, que tenham poucas perdas e oferecendo resultados eficazes. Os processos mais enxutos normalmente apresentam poucas perdas e conseqüentemente geram maior produtividade sem comprometer a qualidade dos produtos. Este trabalho trata de uma pesquisa-ação sobre melhoria contínua através do estudo de elementos de fixação, combinados através de parafuso sextavado, arruela lisa, arruela de pressão e porca sextavada, que podem oportunizar melhorias nos processos de montagem. Através de análises e informações da empresa estudada, foi possível definir uma proposta de melhoria para o uso desses elementos de fixação, bem como levantar alguns benefícios da implementação da melhoria. O trabalho apresentou grande significância na redução do tempo de processo, aumentando a produtividade, também houve redução no custo das montagens e diminuição da complexidade do processo de montagem.

Palavras-chaves:

Melhoria de processos - elementos de fixação - processos de montagem.

ABSTRACT

Competitiveness in which companies are currently inserted reinforces the need to have lean processes, which have few losses and offering effectiveness results. Leaner processes typically have few losses and consequently generate higher productivity without compromising product quality. This work is an action research on continuous improvement through fasteners study, combined through bolt, flat washer, spring washer and hex nut, which can provide opportunities for process improvements. Through analysis and company information's, it was possible to define a proposal for improvement for the use of these elements, as well prospect some benefits from the implementation of the improvement. The work presented great significance in reducing the process time, increasing productivity, also there was a reduction in assembly costs and decrease the assembly process complexity.

Keywords:

Process Improvement – fasteners – assembly process

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de produção.	18
Figura 2 – A evolução rumo ao Jidoka.....	19
Figura 3 – Sete perdas segundo o Sistema Toyota de Produção.	25
Figura 4 - Delineamento da pesquisa	35
Figura 5 – Aplicações do conceito de montagem utilizando arruela lisa e de pressão.	38
Figura 6 - Aplicação de arruelas lisas e de pressão em um conjunto	38
Figura 7 - Aplicação de arruelas lisas e de pressão em um módulo funcional.....	39
Figura 8 - Brainstorming realizado pelo grupo de trabalho.	40
Figura 9 - Novo conceito de montagem com elementos de fixação proposto pelo grupo	41
Figura 10 - Gráfico da quantidade de elementos de fixação identificados nos modelos estudados	43
Figura 11 – Comparativo da quantidade de elementos de fixação nos modelos de produto considerados antes e depois da implementação da melhoria proposta	44
Figura 12 - Gráfico das reduções do custo dos elementos de fixação	48
Figura 13 - Estimativa da redução de custo com base na produção dos 2 últimos anos.....	49
Figura 14 - Estimativa de redução de custo com incremento da produção.....	50
Figura 15 - Não conformidades identificadas no final da linha de montagem	51
Figura 16 - Tempo de retrabalho das não conformidades registradas	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	10
1.2 JUSTIFICATIVA	10
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 OBJETIVO GERAL	11
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO.....	13
2.3 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	16
2.3.1 MELHORIA DE PROCESSO.....	20
2.3.2 ELIMINAÇÃO DAS PERDAS.....	22
2.3.3 SETE PERDAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	25
2.3.4 ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS.....	26
2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS NA MELHORIA DE PROCESSOS NA EMPRESA PESQUISADA	31
2.4.1 BRAINSTORMING.....	31
2.4.2 TÉCNICA DOS PORQUÊS.....	32
2.4.3 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.....	32
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE PROCESSOS DE MONTAGEM	33
3. METODOLOGIA	33
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	33
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	35
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	37
4.1 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL.....	37
4.2 PROPOSTA DE MELHORIA.....	40
4.3 BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA PROPOSTA	42
4.3.1 ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE FIXAÇÃO.....	42
4.3.2 FLUXOGRAMA DE PROCESSO	44
4.3.2.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MONTAGEM DAS PENEIRAS	45
4.3.2.2. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MONTAGEM DO CAPÔ TRASEIRO	45
4.3.3 ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE CUSTOS.....	47
4.3.4 NÃO CONFORMIDADES	50
4.3.5 REDUÇÃO DA COMPLEXIDADE E DIVERSIDADE DOS PROCESSOS	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Independentemente da complexidade de seus processos, do tipo de produtos produzidos e da caracterização de sua estrutura, qualquer empresa busca continuamente aumentar a lucratividade e desenvolver produtos de melhor qualidade com custos operacionais reduzidos, logo melhorar o processo produtivo passa a ser um ponto chave na conquista deste objetivo.

Desenvolver processos mais eficientes, que utilizem menos recursos e com poucas perdas, é sem dúvida um desafio para qualquer empresa, que busca manter-se competitiva no mercado, sem esquecer-se da satisfação de seus clientes.

Ao analisar a estrutura de operação, destaca-se que a empresa em estudo possui como filosofia aprimorar os seus processos de forma contínua, tornando-os mais enxutos através da redução das atividades que não agregam valor, eliminação das perdas, aumento da produtividade e qualidade de seus produtos, visando atender as expectativas de seus clientes.

Em um contexto geral, os processos de montagem têm relevante importância nos processos industriais, sendo que os elementos de fixação estão fortemente presentes nas operações que compõem esses processos de montagem.

Considerando o que foi exposto anteriormente, definiu-se para o presente trabalho o seguinte problema de pesquisa: “Como otimizar a aplicação dos elementos de fixação para melhorar os processos produtivos de montagem?”.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para acompanhar as mudanças impostas pelo mercado, as empresas devem constantemente oferecer produtos melhores e com maior valor agregado, e os processos produtivos precisam estar preparados para suportar essas necessidades.

Ter processos eficientes é uma questão chave para que uma empresa tenha condições de manter-se competitiva, aumentando sua eficiência de operação.

Justifica-se a realização desta pesquisa, uma vez que o assunto é relevante dentro da Engenharia de Produção, especificamente na gestão da produção, também levando em consideração a questão de que a empresa apresenta preocupação com a eficiência de seus processos, primando sempre pelos conceitos

de manufatura enxuta, fatores estes que a consolidam com destaque em seu segmento de atuação.

Destaca-se também que para o engenheiro de produção, essa atividade vem ao encontro das expectativas de aplicação dos conhecimentos adquiridos durante a graduação, tornando-se então uma oportunidade considerável para complementar a experiência no que se refere às melhorias nos processos, buscando eliminar perdas e aumentar a eficiência das operações.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Definir uma proposta de implementação de melhoria no processo de montagem, especificamente nos elementos de fixação em uma empresa de grande porte do ramo de agronegócios, com base em *Lean Manufacturing*.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos definem-se:

- Identificar, na revisão de literatura, conceitos relacionados a melhorias de processos, orientados pelo *Lean Manufacturing*;
- Identificar as particularidades do processo de montagem na empresa pesquisada;
- Identificar os benefícios da implementação da melhoria nos processos de montagem.

1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho objetiva a definição de uma proposta de melhoria dos processos de montagem, em uma empresa de grande porte do ramo de agronegócio, através do estudo dos elementos de fixação que compõem o uso combinado de parafuso sextavado, arruela lisa, arruela de pressão e porca sextavada.

A definição da melhoria foi proposta por um grupo de pessoas dessa empresa, das áreas de engenharia do produto e engenharia de manufatura onde foram feitas análises sobre os potenciais benefícios da implementação da alteração

nos processos de montagem, com base em informações internas fornecidas pela empresa pesquisada e também através da análise dos processos atuais.

Neste contexto não se considerou a formalização da alteração, sendo que esta será realizada por outra equipe da empresa pesquisada, de acordo com cronograma interno das atividades da mesma, não cabendo ao presente trabalho essa implementação.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além do presente capítulo, no qual se apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e a delimitação do trabalho, este trabalho está composto por mais quatro capítulos.

No capítulo 2, apresenta-se a revisão da literatura pertinente ao propósito do referido estudo, com definições a respeito de melhorias de processo, orientadas pelos conceitos de *Lean Manufacturing*, redução de perdas, ferramentas da qualidade aplicadas ao estudo de melhoria de processos e considerações sobre operações de montagem com elementos de fixação.

No capítulo 3, expõe-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Ainda, nesse capítulo, há o delineamento da pesquisa e também a relação das atividades realizadas.

No capítulo 4, são mostrados os resultados do estudo de elementos de fixação para melhorar os processos de montagem da empresa pesquisada, além de uma análise da situação atual e de uma proposta definida pelo grupo de trabalho.

Por fim, no último capítulo apresentam-se as considerações finais sobre o estudo realizado, destacando a relevância do mesmo para a empresa pesquisada, através dos benefícios da implementação da melhoria proposta.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura serão abordados os conceitos pertinentes à realização deste trabalho, buscando fundamentação e base bibliográfica para servir de suporte ao grupo durante o desenvolvimento desse projeto.

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No contexto geral do desenvolvimento dos processos produtivos é possível notar a constante evolução dos mesmos, baseada nos princípios de melhorias.

Neste sentido, é importante ressaltar que a parceria entre Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Edward Deming nos anos 50 possibilita hoje o trabalho com conceitos de melhorias de processos, redução de perdas e defeitos, aumento da produtividade, etc.

A busca pelo crescimento da indústria da época fomentou o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção e com ele vieram grandes conceitos amplamente utilizados atualmente.

Ohno (1997), defendeu a importância de observar a situação na prática, onde ela esteja acontecendo, a fim de identificar oportunidades de melhorias nos processos, utilizou o termo “Ficar em pé dentro do círculo”, associado ao conceito GEMBA, que traduzindo do japonês significa o local real onde as ações acontecem, também conhecido como piso fabril.

Dessa forma, buscar oportunidades de melhorar os índices dos processos através da redução das perdas, ir ao GEMBA, observar como as coisas acontecem e entrar em contato com a realidade para conseguir identificar as oportunidades. Essas foram algumas das ações de Ohno para motivar e conduzir o trabalho de seus líderes, conferindo-lhes excelentes índices de produtividade. Sem dúvida foi um grande marco na história dos processos produtivos, conceitos estes utilizados até a atualidade (SHINGO, 1996).

2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO

A função produção pode ser associada a um grupo de atividades que resume a transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, sendo que a mesma vem acompanhando o homem desde os primórdios de sua existência (MARTINS; LAUGENI, 1999).

Martins e Laugeni (1999), afirmam que o homem pré-histórico polia a pedra para produzir seus utensílios e produtos, as ferramentas eram exclusivas e não havia nenhuma forma de comércio organizado, nem mesmo esquemas de trocas de mercadorias.

Ainda ressaltam que com o passar do tempo, algumas pessoas adquiriram habilidades para produzir alguns produtos, de modo que passaram a produzir por encomendas, conforme as características do pedido, logo, surgiram os primeiros artesãos, que passaram a desenvolver uma produção organizada, pois tinham prazos de entrega estabelecidos, também teve início a contratação de auxiliares para as atividades mais grosseiras, estes desenvolviam suas habilidades manuais e posteriormente tornavam-se novos artesãos.

Martins e Laugeni (1999), comentam sobre a decadência da produção artesanal, decorrente da Revolução Industrial e invenção da máquina a vapor em 1765 por James Watt, que fez com que a mão de obra humana fosse substituída pela máquina e gradativamente os artesãos foram sendo empregados nas primeiras fábricas da época.

Martins e Laugeni (1999), afirmam que esse novo cenário veio acompanhado de algumas exigências como:

- Produtos padronizados;
- Processos de fabricação padronizados;
- Mão de obra treinada e habilitada ao novo conceito de produção;
- Utilização de quadros gerenciais e também para supervisão;
- Desenvolvimento de técnicas para planejamento e controle da produção;
- Desenvolvimento de técnicas para controle de finanças;
- Desenvolvimento de técnicas para vendas.

Pouco tempo depois, acontecimentos registraram o impacto destes conceitos no desenvolvimento de novos produtos, Martins e Laugeni (1999), exemplificam através da produção de mosquetões liderada por Eli Withney em 1790, que utilizava o conceito de peças intercambiáveis, também com os primeiros registros de produtos e processos através de desenhos e esboços.

No final do século XIX, surgiram nos Estados Unidos, os conceitos sobre Administração Científica, através de Frederick W. Taylor, juntamente com o conceito de produtividade, caracterizada pela busca constante de melhores processos de

produção e de trabalho, a fim de aumentar a produtividade com os menores custos possíveis (MARTINS; LAUGENI, 1999).

Nos anos seguintes a 1910, Henry Ford criou a linha de montagem em série, fato que para a época foi uma revolução na área de processos produtivos (MARTINS; LAUGENI, 1999).

Em complemento a esta ideia, Martins e Laugeni (1999), mencionam que esse fato também ficou marcado pelo surgimento da produção em massa, cuja característica básica é a produção de grandes volumes de produtos com pouquíssima variabilidade, novos conceitos surgiram, tais como:

- Linhas de montagem;
- Postos de montagem;
- Estoques intermediários e produtos em processo;
- Trabalho monótono;
- Arranjos físicos;
- Balanceamento de linha;
- Motivação dos trabalhadores;
- Organizações sindicais;
- Conceitos de manutenção preventiva;
- Controle Estatístico da Qualidade;
- Fluxogramas de processo.

Martins e Laugeni (1999), destacam que o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos foram resultados notáveis desse sistema de produção, sendo que em 1996 já existiam fábricas instaladas no Brasil, cuja produção diária era de 1800 automóveis, uma média de 1,25 automóveis produzidos por minuto.

Outro marco desse sistema de produção em massa foi o automóvel Ford modelo T, destaque também pela padronização da cor preta para o automóvel (MARTINS E LAUGENI, 1999).

As evoluções contínuas no ambiente produtivo desencadearam o estabelecimento da produção empurrada, que para LEI (2003), é caracterizada pela produção de grandes lotes em um ritmo máximo, considerando a previsão de demanda, movimentando os lotes para processos seguintes.

Nesse cenário, o computador oportunizou grandes avanços e suportou o crescimento da indústria da época, conceitos como BOM – Bill of Material, MRP,

MRP II são características marcantes do sistema (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

O desenvolvimento da indústria evoluiu também os processos de produção e ocasionou o surgimento da manufatura enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção - STP, ou Lean Manufacturing (MARTINS; LAUGENI, 1999).

O conceito de produção em massa e as técnicas produtivas dele decorrentes predominaram nas fábricas até meados da década de 60, quando surgiram novas técnicas produtivas, que vieram a caracterizar a denominada produção enxuta (MARTINS; LAUGENI, 1999, p. 3).

Para Martins e Laugeni (1999), algumas das contribuições da manufatura enxuta foram as seguintes:

- *Just-in-time*;
- Aplicação de tecnologia de grupo;
- Consórcio modular;
- Produção celular;
- Sistemas de manufatura flexível;
- Manufatura integrada com uso da computação.

Nesse mesmo contexto, Martins e Laugeni (1999), destacam que o consumidor passa a ter cada vez mais importância, dessa forma, as empresas buscam atender as necessidades de seus consumidores e conquistar a satisfação dos mesmos.

Os autores complementam que a empresa de classe mundial é aquela que tem foco no cliente sem deixar de ser enxuta, que seja produtiva, mantendo-se competitiva no mercado, buscando a melhoria contínua.

2.3 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A crise do petróleo de 1973 abalou a indústria mundialmente e inúmeras empresas enfrentaram os efeitos da crise e tiveram reduções consideráveis em seus rendimentos ou até mesmo decretaram falência (OHNO, 1997).

Com a *Toyoda Motor Company* não foi diferente, porém ela se destacou dentre as outras empresas no mundo todo, porque mesmo com níveis zero de crescimento, ela manteve seus rendimentos, com isso surgiram questionamentos

sobre os processos desenvolvidos pela companhia, pois alguma característica interna estava fazendo com que a empresa ressurgisse em meio à crise (OHNO, 1997).

Para Ohno (1997), um diferencial entre a indústria japonesa e a americana é que os americanos buscavam reduções de custo através da produção em massa de carros com baixa variabilidade de modelos.

“Nosso problema era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros” (OHNO, 1997, p. 23).

Ohno (1997), ao relatar brevemente sobre o início do Sistema Toyota de Produção, comenta que em 1937 quando trabalhava em uma unidade de tecelagem da *Toyoda Spinning e Wearing*, ouviu uma conversa entre trabalhadores, que afirmavam que eram necessários nove japoneses para fazer o trabalho de um americano.

Em complemento a este comentário, Ohno (1997), trouxe a meta imposta pelo presidente da Toyota, que, nessa mesma época, determinou um prazo de três anos para que a empresa alcançasse a produtividade dos EUA, todavia aumentar a produtividade a uma escala de 9 a 10 vezes em relação à produtividade atual, não seria uma tarefa fácil.

A análise dessa situação também questionava a veracidade do alto rendimento dos americanos em relação aos japoneses, e trouxe uma importante reflexão aos japoneses, de que possivelmente estavam tendo alguns desperdícios (OHNO, 1997).

“Se pudéssemos eliminar o desperdício, a produtividade deveria duplicar” (OHNO, 1997, p. 25).

Shingo (1996), explica que grande parte das pessoas, quando questionadas sobre o Sistema Toyota de Produção, talvez pense apenas no *kanban*, ou em outro sistema de produção ou algumas podem até responder que é um sistema com foco na redução total de perdas.

Shingo (1996, p. 101) destaca que “o Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% de *Kanban*”.

“Os dois pilares do Sistema Toyota de Produção são a autonomia e o *just-in-time*” (OHNO, 1997, p. 91).

A Figura 1 ilustra a estrutura do Sistema Toyota de produção.

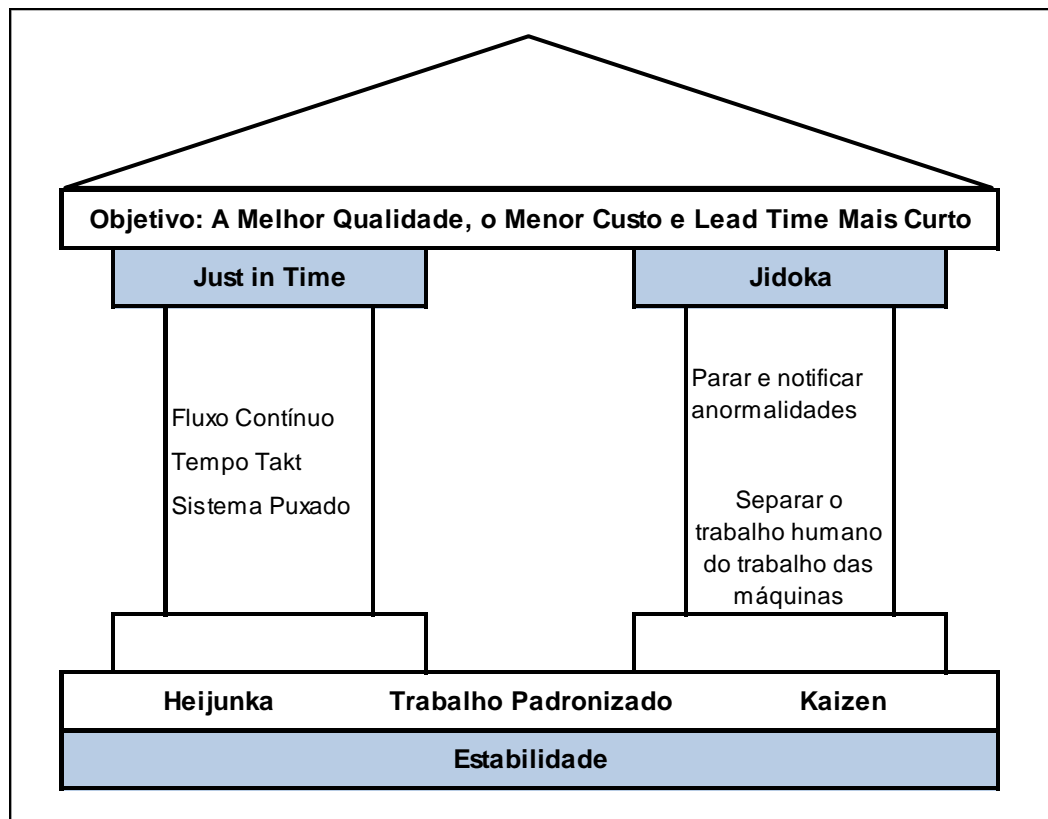


Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de produção. Fonte: LEI, 2003, p. 73.

A automação também é conhecida como *Jidoka* ou automação inteligente, e para Ohno (1997), esse conceito teve início a partir das ideias de Toyoda Sackichi, que foi o inventor de um tear com um dispositivo que faria a interrupção do processo imediatamente, caso um dos fios torcidos rompesse ou então se um dos fios terminasse.

Ohno (1997), complementa que esse tear foi automatizado para evitar perdas do processo, retrabalhos e defeitos, bem como sua propagação no decorrer do processo, caso venham ocorrer, fazendo com que as máquinas trabalhem para as pessoas, adicionando, dessa forma, inteligência humana às mesmas.

Através da Figura 2, pode-se perceber a evolução obtida através do Jidoka.

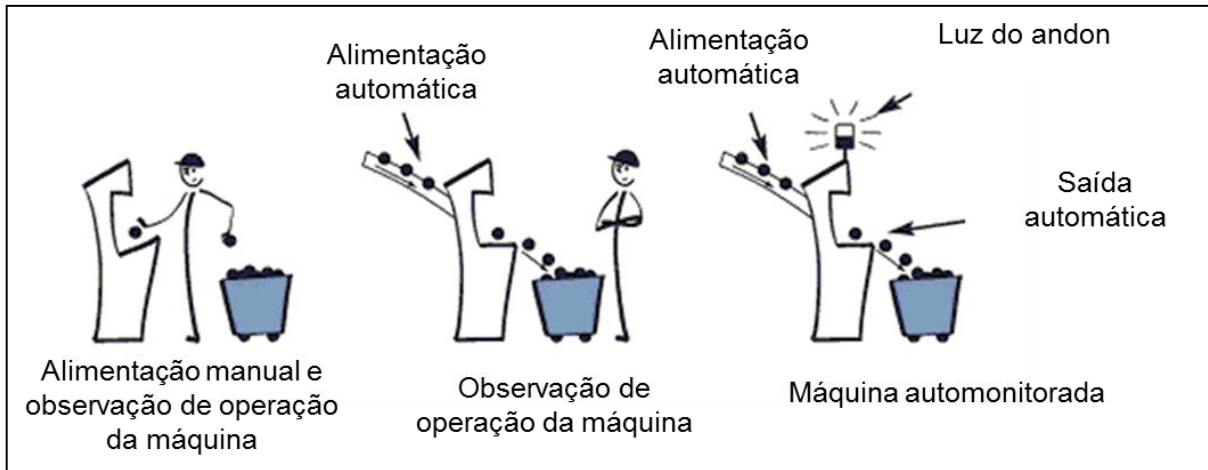


Figura 2 – A evolução rumo ao Jidoka. Fonte: LEI, 2003, p. 37.

Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 498), ressaltam que *Jidoka* é a “humanização da interface entre operador e máquina”.

No entanto, para Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 482), o *just-in-time* (JIT) pode ser conceituado da seguinte maneira:

[...] o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento onde são necessários – não antes para que não formem estoques, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar.

Ohno (1997), destaca que o *just-in-time* surgiu com Toyoda Kiichiro.

JIT, que em japonês significa no momento certo pode ser um termo bastante sugestivo para que se atente somente ao prazo de entrega, porém isso não poderia ocasionar uma superprodução nem estoques, uma vez que isso caracteriza perda para o processo (SHINGO, 1996).

A ideia geral do JIT é realizar a produção sem necessidade de manter estoques, ou seja, os processos devem ser abastecidos com os materiais certos, nas quantidades certas e no momento exato da necessidade (SHINGO, 1996).

Em síntese o JIT possibilita otimização de recursos de capital, equipamentos e mão de obra, propiciando a entrega de produtos conforme demanda dos clientes, atendendo requisitos de qualidade e com custos reduzidos através da eliminação de qualquer atividade desnecessária (LUBBEN, 1989).

2.3.1 Melhoria de processo

Shingo (1996), salienta que a produção é um conjunto de processos e operações, sendo que os processos são as transformações de matérias-primas em produtos finais e as operações são as várias etapas dessa transformação.

Nesse mesmo sentido, Shingo (1996), afirma que implementar melhorias nas operações sem analisar os efeitos nos processos, pode até comprometer os resultados de eficiência.

“Para maximizar a eficiência da produção, analise profundamente e melhore o processo antes de tentar melhorar as operações” (SHINGO, 1996, p. 38).

Ainda Shingo (1996), afirma que os processos são compostos por quatro elementos: processamento, inspeção, transporte e espera, sendo que o único componente que realmente agrega valor é o processamento, pois os demais podem ser caracterizados como perdas.

Shingo (1996), ressalta que nem todas as operações agregam valor, mas apenas as operações essenciais, que também oferecem oportunidades de melhorias para eliminar perdas.

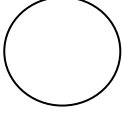
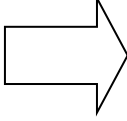
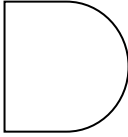

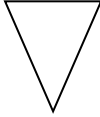
Operações essenciais são aquelas que estão ligadas diretamente na transformação, tais como corte, soldagem, conformação (SHINGO, 1996).

Moreira (2004), reforça que o registro das operações é feito através de fluxogramas, sendo que o mais empregado, neste contexto é o fluxograma de processos.

Para Barnes (1997), o gráfico do fluxo do processo ou fluxograma de processo é utilizado para escrevê-lo de forma mais sintetizada, para que seja possível entender as particularidades do processo e em segundo estágio definir melhorias.

“O gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica, ou durante uma série de ações” (BARNES, 1997, p. 46).

As atividades de análise de um processo podem ser demonstradas graficamente através de uma simbologia padrão, conforme Quadro 1.

Simbologia	Descrição	Exemplo
	Processamento: ocorre a alteração física ou química de algum objeto ou atividades de montagem e desmontagem de componentes de conjuntos.	Martelar pregos, furar chapas ou peças, rebitar, dobrar, digitar, escrever, misturar, responder questionários, aquecer, polir materiais, operar uma máquina, soldar, pintar, etc.
	Transporte: ocorre através da transferência de um material de uma instalação ou espaço físico para outro. Uma consideração importante é que o manuseio não caracteriza transporte.	Transportar com carrinho, empilhadeira, esteiras ou até mesmo manualmente as peças de um caminhão até o estoque, levar documentos de um setor ao outro, transferir as peças de um setor ao outro.
	Espera ou Demora: ocorre quando materiais são depositados em um local determinado e permanecem lá sem sofrerem nenhuma operação ou alteração, ficam aguardando uma próxima operação ou transporte.	Materiais ou peças aguardando pelo transporte, estoques intermediários ou em processamento, papéis, formulários ou qualquer forma de documento aguardando assinatura e máquinas para efetuarem o transporte das peças, etc.
	Inspeção: ocorre através da verificação de características do material, verificando a qualidade, quantidade e outros atributos.	Medir as dimensões de uma peça, verificar o peso, verificar a pressão ou torque de uma ferramenta, conferir quantidades de material, etc.
	Armazenagem: ocorre quando peças ou materiais são depositados em um local protegido, específico para armazenagem ou estocagem.	Manter peças no almoxarifado, pois os produtos acabados são mantidos nos estoques, documentos são arquivados em gavetas ou armários ou em mídia digital, etc.

Quadro 1 – Simbologia para fluxogramas utilizados em processos industriais. Fonte: Elaborado pela autora com base em Peinado e Graeml, (2007).

Boa parte das atividades realizadas, nem sempre são realmente necessárias, um exemplo de melhoria realizada em um processo foi a remoção das câmaras de ar dos pneus, onde a função básica da câmara era prender o ar e fazer com que o pneu ficasse cheio, ao revisar o projeto de pneus e de rodas, fazendo com que os pneus conseguissem prender o ar, contudo a câmara foi eliminada (BARNES, 1997).

Shingo (1996), destaca que os processos podem ser melhorados através da engenharia de valor (EV) ou de melhorias nos métodos de fabricação do ponto de

vista da engenharia de produção e define a engenharia de valor como a ação de redesenhar um produto, para que este mantenha a qualidade e possibilite redução dos custos de fabricação.

Em outra abordagem, Shingo (1996), associa a engenharia de valor às perdas por processamento, por exemplo, por volta de 1940 uma geladeira era predominantemente metálica, uma condição da época, que foi a escassez de matéria-prima, forçou o uso da engenharia de valor e a aplicação do plástico na fabricação desse produto, mantendo as funções do produto e melhorando o valor, ou seja, reduzindo os custos de fabricação.

“O objetivo da engenharia de valor é tentar reduzir custos e prevenir quaisquer gastos desnecessários, antes de produzir o produto ou serviço” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p. 156).

Resumidamente Slack, Chambers e Johnston (2002), complementam que a engenharia de valor é a eliminação dos custos que não tem contribuição no valor e desempenho do produto ou serviço, eles também exemplificam esse conceito através de celulares da Motorola, onde inicialmente um telefone possuía cerca de 3.200 peças e após aplicar a engenharia de valor esse número foi reduzido para 400 peças.

Já o melhoramento nos processos de fabricação, para Shingo (1996), objetiva encontrar oportunidades para aperfeiçoar os processos, tais como o uso da velocidade de corte adequada, uso de ferramentas apropriadas, ou seja, melhorias que estão diretamente ligadas à tecnologia de produção.

2.3.2 Eliminação das perdas

“Comenta-se que o Sistema Toyota de Produção é tão poderoso que poderia extrair água torcendo uma toalha seca” (SHINGO, 1996, p. 110).

Essa definição remete à necessidade de identificar oportunidades em situações até mesmo óbvias, pois, em muitos casos, a superficialidade e a familiaridade rotineira com os processos podem esconder desperdícios consideráveis (SHINGO, 1996).

Para promover os conceitos do sistema Toyota de Produção, Ohno aconselhou seus líderes a observar a situação com a qual estavam convivendo, desenhando no chão um círculo de giz, onde deveriam permanecer por um período de tempo, focando na observação da realidade, pois “ficar em pé dentro do círculo” é

dedicar um tempo maior na análise e planejamento, buscando ter clareza da situação antes de executar qualquer ação (RAGO *et al.* 2003).

Essa tarefa instruída por Ohno tinha o propósito de fazer com que os líderes do Sistema Toyota de Produção tivessem maior visibilidade do processo, desenvolvessem a habilidade de identificar oportunidades de melhoria e passassem a efetivamente enxergar os problemas dos processos (RAGO *et al.* 2003)

Normalmente, os operadores têm essa habilidade, porque estão em contato direto com os processos na execução dos mesmos, fazendo as coisas acontecerem, e é de extrema importância que as organizações entendam isso como uma forma de envolver os operadores, através da sugestão e implementação de melhorias contínuas (RAGO *et al.* 2003).

Rago *et al.* (2003) mencionam que ter uma melhor visibilidade sobre os processos possibilita a descoberta de problemas não só aos gerentes, mas para qualquer pessoa, assim como ter uma noção mais real do processo também estimula as pessoas a buscarem continuamente novas oportunidades de melhoria.

Um exemplo da participação dos operadores foi encontrado em uma empresa de carrocerias de automóveis, onde a empresa passou a filmar algumas operações da fábrica e posteriormente convidava o operador filmado e seu supervisor imediato, juntamente com a equipe de melhoria para assistir os vídeos e em conjunto fazerem uma análise sobre aquela operação (SHINGO, 1996).

Nesse mesmo relato, o autor comenta que os resultados dessa estratégia foram ótimos, uma vez que os operadores tiveram a oportunidade de participar das avaliações e sugerir melhorias, outro ponto é que essas sugestões eram facilmente aceitas e incorporadas, comportamento nem sempre manifestado com sugestões vindas da equipe de melhorias.

Em complemento a esta ideia, Shingo (1996, p. 110), reforça que “[...] na Toyota procuramos pelo desperdício que geralmente não é notado porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário”.

Ele também afirma que todos os movimentos executados pelos operadores se caracterizam por operações e perdas, que são atividades sem contribuição, tais como espera, elevado número de peças em processamento, passagem de materiais de mão em mão, entre outras, as operações por sua vez, dividem-se em dois grupos: operações que agregam valor (aquelas em que efetivamente ocorre a

transformação da matéria-prima) e operações que não agregam valor, tais como caminhar para buscar peças, desembalar peças de embalagens do fornecedor etc.

Shingo (1996), conclui que operações que agregam valor promovem uma transformação da matéria-prima em produtos e por meio de atividades como montagens, soldagem, estampagem e tratamentos térmicos aumentam o valor agregado, e conseqüentemente a eficiência da operação.

A Tabela 1 mostra o número de horas-homem de montagem por carro que a Toyota apresentava entre 1976 e 1980 com os resultados de fabricantes de automóveis dos Estados Unidos, Suécia e Alemanha.

Tabela 1
Tempo de montagem por veículo por país

	Toyota (Planta de Takaoka)	Planta (A) (Estados Unidos)	Planta (B) (Suécia)	Planta (C) (Ex-Alemanha Ocidental)
Número de empregados	4.300	3.800	4.700	9.200
Número de carros produzidos	2.700	1.000	1.000	3.400
Tempo por carro (número de pessoas)	1,6	3,8	4,7	2,7
Taxa	1,0	2,4	2,9	1,7

Fonte: Shingo, 1996, p. 111.

Analisando os dados da Tabela 1, entende-se que na Toyota a produção de 4300 carros em um período de tempo estudado, foi realizada por 2700 pessoas, isso significa que para produzir 1 carro eram necessárias 1,6 pessoas, logo a taxa de operação ideal, considerada nessa situação é de 100%, representado pelo valor 1,0.

Em conjunto com a análise da Tabela 1, deve-se considerar o fato de que no período de 1976 e 1980, a Toyota trabalhou muito forte a questão de melhorias na eliminação de perdas, tendo um elevado índice de sugestões apresentadas e também executadas (SHINGO, 1996).

O seguinte conceito é abordado por Rago *et al.* (2003, p. 32), sobre manufatura enxuta:

Os sistemas de manufatura enxuta possibilitam as empresas fabricar uma ampla variedade de produtos customizados, conforme pedidos específicos e entregá-los com lead times extremamente curtos aos clientes.

Portanto, Rago *et al.* (2003), afirma que um dos problemas enfrentados pela manufatura foi concentrar esforços nas reduções de custos ao invés de trabalhar em para aumentar o valor agregado.

2.3.3 Sete perdas do Sistema Toyota de Produção

Para Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção considera como relevantes estes sete tipos de perdas:

1. Superprodução – produzir além do necessário para a próxima operação ou cliente;
2. Espera – espera por peças ou máquinas, falhas nos equipamentos;
3. Transporte – movimentações desnecessárias;
4. Processamento – realização de etapas desnecessárias ou incorretas;
5. Estoque – possuir volumes de materiais maiores que o necessário;
6. Desperdício de movimentos – movimentos desnecessários;
7. Desperdício pela produção de produtos com defeitos – não conformidades.

Na Figura 3, pode-se visualizar a interação das sete perdas identificadas pelo Sistema Toyota de Produção.

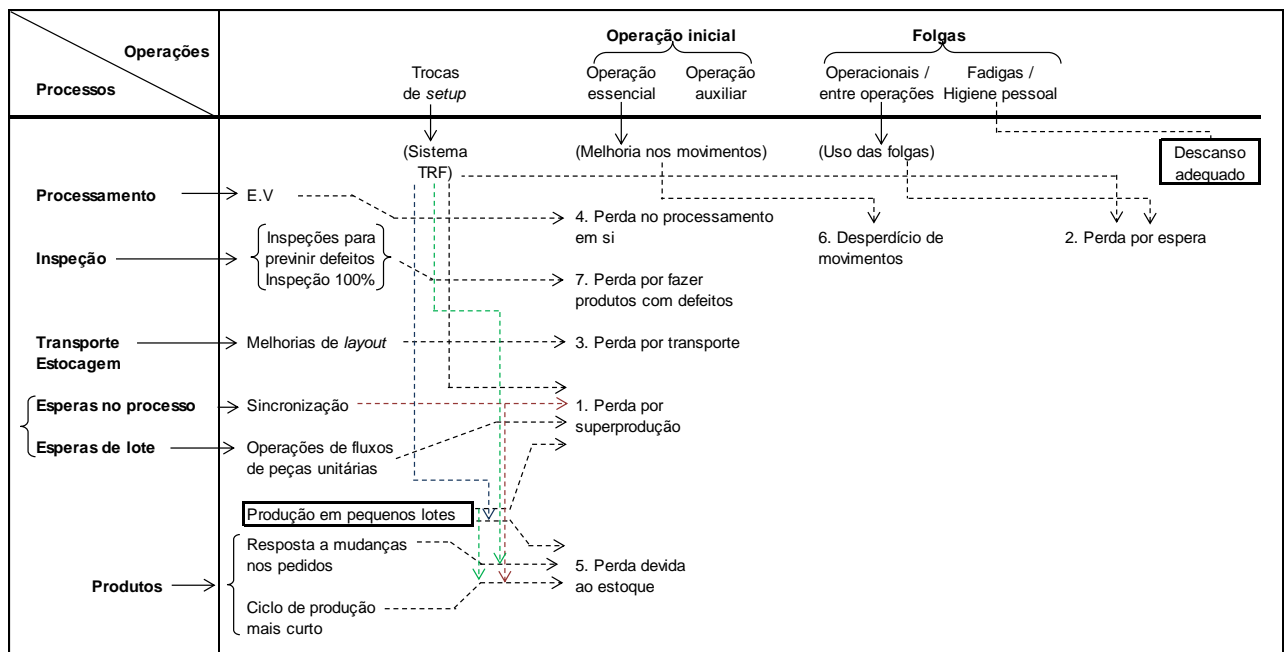


Figura 3 – Sete perdas segundo o Sistema Toyota de Produção. Fonte: Adaptado de Shingo (1996).

2.3.4 Análise de tempos e movimentos

Muitas são as formas disponíveis para se analisar um processo no que se refere à sua execução: fluxogramas para identificar as particularidades dos processos, conceitos de automação e autonomação, que trazem melhorias nas atividades, entre outros, no entanto, existe outro conceito amplamente utilizado nos estudos de processos, que é a análise de tempos e movimentos.

Moreira (2004), aborda o conceito de medir o trabalho como sendo o período de tempo necessário para concluir determinada operação.

Já na visão de Taylor, o estudo de tempos é uma ferramenta muito útil para prover o aumento da eficiência de uma fábrica (BARNES, 1997).

Em qualquer abordagem teórica, o objetivo é encontrar o método perfeito, porém Barnes (1997), afirma que o mesmo não existe, pois sempre há novas oportunidades para melhorar.

Para Rocha (1995), o objetivo do estudo dos tempos é buscar a melhor maneira de realizar as operações, tanto de máquinas como de pessoas, com foco na redução ou eliminação, se possível, da ociosidade e das atividades desnecessárias.

No entanto, Barnes (1997), menciona que o estudo de tempos e movimentos é um estudo dos sistemas de trabalho, que tem como principais objetivos:

- Determinar a melhor forma de executar as tarefas, que está associada na maioria das vezes, ao custo inferior;
- Determinar uma padronização para as atividades, considerando sempre a melhor maneira de executar;
- Conhecer o tempo necessário para uma pessoa qualificada, treinada, trabalhando com ritmo normal, a fim de realizar determinada operação;
- Fornecer treinamento aos operadores sobre como trabalhar utilizando a melhor maneira para executar as tarefas.

Rocha (1995), destaca que os movimentos são chamados também de métodos de trabalho, pois representam dados qualitativos, já o tempo descreve os dados quantitativos, através da combinação do estudo de tempos e movimentos é possível obter o tempo padrão.

Barnes (1997), complementa que o estudo dos movimentos consiste na determinação da melhor maneira de realizar uma tarefa, enquanto que o estudo de tempos consiste na determinação do tempo-padrão para realizar determinada tarefa.

Martins e Laugeni (1999), mencionam que os principais objetivos do estudo dos tempos são os seguintes:

- Definir padrões para os programas de produção;
- Disponibilizar dados para definir custos padrões;
- Ter uma estimativa do custo de produtos novos;
- Disponibilizar dados que possibilitem o balanceamento da produção.

Rocha (1995), ressalta que o tempo padrão pode ser entendido como o tempo necessário para realizar uma operação, considerando que o operador seja experiente, mantendo desempenho uniforme durante todo o período de trabalho.

Nesse mesmo sentido Rocha (1995, p. 150), aborda o seguinte sobre tempo padrão:

A padronização do tempo está associada à forma mais econômica de execução das operações. Isto decorre da padronização de métodos, ferramentas e instalações utilizadas por um homem normal, trabalhando em ritmo normal.

Um importante conceito dentro da análise de tempos e movimentos é o tempo padrão, que para Barnes (1997), é o número padronizado de minutos que um operador qualificado, treinado e experiente necessita para realizar determinada tarefa trabalhando em ritmo e condições normais.

Para determinar o tempo padrão de qualquer operação, é preciso antes conhecer o tempo real e o tempo normal (MOREIRA, 2004).

Moreira (2004), conceitua o tempo real como o tempo em que uma atividade está sendo efetivamente realizada, portanto ele depende do operador que está executando as atividades e também da situação em que o mesmo se encontra, para obter uma média real, a pessoa que estará realizando as medições deverá realizar coletas suficientes, logo o tempo real pode ter variações significativas ao longo do tempo.

Moreira (2004), trata o tempo normal como o período necessário para que um operador realize determinada operação, atuando com ritmo normal.

O ritmo normal (velocidade normal) é definido por Moreira (2004), como a velocidade de trabalho obtida por um operador de eficiência média durante um dia de trabalho, considerando que o mesmo não esteja sofrendo efeitos de fadiga.

Com relação à velocidade em que um operador trabalha, Moreira (2004), afirma que quando uma pessoa trabalha em ritmo normal, dizemos que a sua eficiência é de 100%, o operador de eficiência acima da média terá eficiência maior que 100%, porém aquele que estiver abaixo da média terá eficiência menor que 100%, sempre por convecção.

Complementando esta consideração, Moreira (2004), comenta que ao cronometrar os tempos de determinada atividade, deve-se registrar a eficiência do operador, fator que exige grande habilidade e experiência do profissional que está executando a cronometragem.

Para fins de cálculos envolvidos no estudo de tempos e movimentos, Moreira (2004), faz as seguintes considerações:

- TR = Tempo Real;
- TN – Tempo Normal;
- TP = Tempo Padrão;
- EF = Eficiência do Operador (%);
- FT = Fator de Tolerância (%);
- T = Tolerância permitida na operação (%);
- N = Número de ciclos de medidas.

Estes são os elementos considerados no cálculo do tempo padrão, conforme já mencionado pelos autores anteriormente.

Na

Tabela 2, pode-se analisar uma relação de valores em porcentagem atribuídos à Tolerância, conforme Moreira (2004):

Tabela 2
Valores considerados para Tolerância (T) em porcentagem.

I. Tolerâncias Constantes	T
1. Tempo pessoal	5
2. Fadiga	4
II. Tolerâncias Variáveis	
1. Posição de trabalho	
a. Curvado	2
b. Deitado ou esticado	7
2. Uso de força muscular (erguer, puxar, empurrar), de acordo com peso em libras.	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
3. Iluminação	
a. Abaixo do recomendado	2
b. Muito inadequada	5
4. Nível de ruído	
a. Intermitente e alto	2
b. Intermitente e muito alto	5
5. Monotonia	
a. Pouca	0
b. Média	1
c. Alta	4

Fonte: Elaborada pela autora com base em Moreira, 2004.

Moreira (2004), afirma que a partir dos estudos registrados ao longo do tempo, uma empresa pode determinar os tempos históricos.

Ao acompanhar os processos sucessivamente, os analistas de tempos podem perceber algumas atividades similares e nesses casos é possível que seus tempos sejam arquivados, para que em uma próxima análise seja possível utilizar o tempo que já foi verificado, tornando desnecessária uma nova medição (MOREIRA, 2004).

Isso pode facilitar a análise de um processo através da medição de tempos e movimentos dentro de uma empresa, é como se ela guardasse um histórico dos seus próprios tempos para tarefas que são bastante comuns em determinado processo (MOREIRA, 2004).

Uma desvantagem é que esses dados podem não refletir a realidade decorrido certo tempo, também as condições nas quais se estarão realizando a atividade também influenciam diretamente nos resultados, pois a desatualização desses tempos registrados é um fator inquestionável, quando se trata de medidas efetuadas no passado, inclusive para medições que foram feitas de maneira incorreta (MOREIRA, 2004).

Outro importante conceito no estudo de tempos e movimentos é o uso de dados padrão predeterminados, ou tempos elementares predeterminados, que são tempos publicados em tabelas (MOREIRA, 2004).

Esse mesmo assunto é tratado como tempos sintéticos, determinados por institutos especializados, que estudam e realizam as medições necessárias para determinar o tempo padrão para atividades simples, de vasta aplicação nos processos, ou seja, atividades que são executadas várias vezes, se o valor estiver em tabela, significa que para determinadas atividades não é necessário fazer todo o estudo e análise dos tempos (BARNES, 1997).

Outra vantagem de utilizar os tempos sintéticos, segundo Barnes (1997), é a possibilidade de analisar um processo antes mesmo de ele estar acontecendo, conhecendo apenas o desenho do processo.

Moreira (2004), comenta o fato de não precisar observar o trabalho do operador quando tem-se tempos sintéticos já determinados, sendo que um dos sistemas mais famosos e amplamente utilizados é o *Methods Time Measurement* (MTM) que foi desenvolvido pelo *Methods Engineering Council* na década de 40, a unidade utilizada por esse sistema é o *Time Measurement Unit* (TMU).

Moreira (2004), traz a equivalência do TMU da seguinte forma: 1 TMU = 0,00001 horas = 0,0006 minutos = 0,036 segundos.

“O MTM apresenta diversas tabelas contendo os tempos para uma série de atividades fundamentais (Alcançar, Mover, Girar e Aplicar Pressão, Soltar, Desacoplar, etc.)” (MOREIRA, 2004, p. 303).

Moreira (2004), ressalta ainda a vantagem de não precisar avaliar o desempenho do operador, além da possibilidade de determinar os tempos quando uma operação ainda está sendo planejada, por outro lado, o analista de tempos deve ser extremamente habilidoso e estar bem treinado, para que possa utilizar desse sistema de tempos sintéticos com sucesso.

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS NA MELHORIA DE PROCESSOS NA EMPRESA PESQUISADA

Antes de iniciar qualquer trabalho de melhoria em algum processo, é preciso planejar, documentar e conhecê-lo, as ferramentas da qualidade são utilizadas para descrevê-lo, identificar as causas dos problemas, desenvolver as soluções, implementar e monitorar os resultados (AGUIAR, 2006).

Como já abordado anteriormente, uma das ferramentas muito utilizadas nas análises de processos é o fluxograma de processos, que segundo Aguiar (2006), tem a finalidade de demonstrar graficamente as etapas de um processo.

A seguir estão relacionadas outras ferramentas da qualidade que também podem ser utilizadas quando se tem por objetivo planejar e implementar uma melhoria em um processo produtivo.

2.4.1 Brainstorming

Essa ferramenta é de simples utilização e auxilia na identificação das causas do problema, através do conhecimento das pessoas que estão envolvidas diariamente com determinado processo (AGUIAR, 2006).

Pode ser considerada também como uma atividade de grupo, onde cada pessoa envolvida nesta etapa pode compartilhar suas ideias, sugestões e palpites sobre o tema em questão (AGUIAR, 2006).

Qualquer contribuição é bem-vinda nesta etapa, visto que esse é um dos pontos que a caracteriza como uma tempestade de ideias, onde o objetivo é conhecer as causas dos problemas (AGUIAR, 2006).

Meira (2003), define o *brainstorming* como uma ferramenta utilizada com a finalidade de gerar ideias sobre um assunto em um ambiente descontraído.

2.4.2 Técnica dos Porquês

Para Aguiar (2006), essa ferramenta também tem a finalidade de identificar as causas de determinado problema.

Outra denominação para essa ferramenta é “5 Porquês”, tendo o objetivo de analisar profundamente as causas, podendo ao final da análise determinar a causa raiz do problema (AGUIAR, 2006).

Basicamente, essa ferramenta consiste em questionar sucessivamente o porquê de determinado problema que aconteceu, portanto, entende-se que 5 questionamentos são suficientes para que a causa mais provável seja conhecida.

2.4.3 Diagrama de Causa e Efeito

Slack, Chambers e Johnston (2002), definem o diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama espinha de peixe ou diagrama de *Ishikawa*, como um método particular efetivo para auxiliar na busca da causa raiz dos problemas.

Já para Aguiar (2006), o diagrama de causa e efeito é utilizado para demonstrar a relação entre o problema em questão e suas causas.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE PROCESSOS DE MONTAGEM

A união de metais pode ser caracterizada de duas formas, uma delas é chamada de união móvel, uma vez que a fixação ocorre pela resistência entre a superfície das peças, ou seja, montagem de peças através de parafusos e porcas, a outra forma é a união permanente, onde há a ligação dos elementos químicos das peças, como por exemplo, na soldagem (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

Parafusos e porcas são amplamente utilizados para unir duas peças (PARETO, 1982).

Uma forma de garantir o aperto entre o parafuso e a porca e evitar o afrouxamento da montagem é usar arruelas de pressão, assim como para evitar que a porca danifique a superfície das peças que estão sendo montadas podem ser utilizadas arruelas lisas (PARETO, 1982).

3. METODOLOGIA

Na metodologia de pesquisa-ação foram relacionadas as etapas principais seguidas pelo grupo durante a execução do referido trabalho, com algumas informações pertinentes.

Nesta foram abordados as principais características da metodologia aplicada.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para a realização do trabalho proposto, optou-se pela pesquisa-ação, considerando que ela é caracterizada como uma pesquisa social, onde o pesquisador e a equipe cooperam e participam na resolução do problema (THIOLLENT, 2005).

Nesse mesmo contexto, tem-se o objetivo de através da metodologia selecionada, formular informações, conhecimentos e propostas para estudos futuros, além de executar a pesquisa documental através da coleta de dados, atividades de observação, reuniões e, com base nas mesmas, formular conceitos entre pesquisador e equipe (THIOLLENT, 1997).

Thiollent (1997), afirma que mesmo que o projeto de pesquisa-ação não se apresente em uma forma pré-definida, é caracterizado pela existência de, no mínimo, quatro fases, sendo elas descritas e caracterizadas, conforme Quadro 2.

Fases da pesquisa-ação	Pressupostos da pesquisa-ação
Exploratória	Pesquisadores e membros da organização, na situação em estudo, começam a identificar os problemas, as potenciais causas e as possíveis de ações.
Pesquisa aprofundada	É considerada a fase mais longa, onde são determinadas as possíveis ações para se conduzir a investigação, executando a coleta de dados, que são discutidos e analisados.
Ação	Consiste, com base nas análises feitas anteriormente, em expandir os resultados, definir objetivos alcançáveis através de ações concretas e apresentar propostas que poderão ser discutidas e avaliadas entre as partes envolvidas.
Avaliação	Tem por objetivos observar e redirecionar o que acontece na prática, além de retomar ao conhecimento produzido ao longo do processo de pesquisa-ação.

Quadro 2 – Etapas do processo de pesquisa-ação. Fonte: Elaborado pela autora com base em Thiollent, 1997.

A pesquisa foi realizada pela pesquisadora, em conjunto com engenheiros do produto e engenheiros de manufatura da empresa pesquisada.

Com base no Quadro 2, para atender os objetivos da pesquisa, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Exploratória: para conhecer as particularidades da situação atual, foram realizadas reuniões com a equipe de Engenharia do Produto e Manufatura, para identificar e compreender os problemas da aplicação de arruelas nas montagens, definir potenciais pontos para trabalhar nos mesmos. Utilizado o *know how* das pessoas que já tiveram envolvimento no processo para listar particularidades do mesmo;

- Pesquisa aprofundada: foi construído o fluxograma do processo atual de montagem com identificação das atividades, coleta de dados sobre o tempo efetivo de montagem, identificação dos modelos que serão impactados pela melhoria (escopo), identificação e quantificação das peças afetadas, definição da proposta de melhoria e do cronograma de implementação para a melhoria;

- Ação: foram realizadas as ações de alteração nas estruturas dos conjuntos, de acordo com a definição do escopo e do cronograma. Essas mudanças foram desenvolvidas através de tarefas controladas sistemicamente, garantindo assim que todas as áreas foram envolvidas, tais como qualidade, manufatura e

engenharia do produto, a fim de concluir as suas atividades para implementação da melhoria na área produtiva, essa etapa contemplou todas as atividades de adequação dos processos da empresa para implementar a melhoria proposta;

▪ Avaliação: os resultados foram verificados através de mensuração do tempo efetivo de montagem após a melhoria implementada, bem como redução de complexidade do processo de montagem, redução do número de embalagens na linha de montagem; elaboração de um novo fluxograma do processo e também através do *feedback* dos montadores sobre a redução de complexidade nos processos considerados.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento da pesquisa está representado através da Figura 4, onde estão relacionadas as principais etapas da realização do presente trabalho.

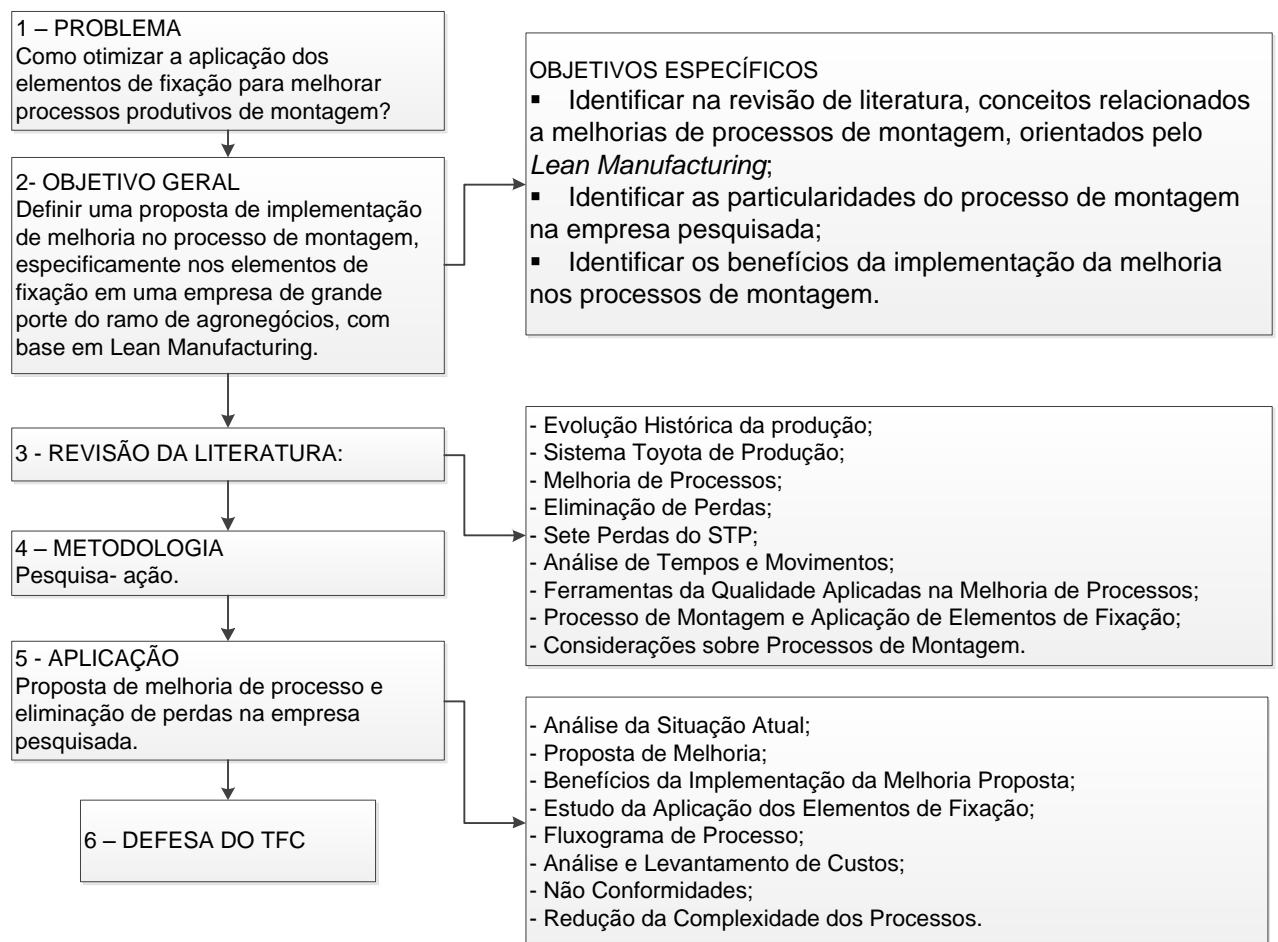


Figura 4 - Delineamento da pesquisa. Fonte: Elaborado pela autora

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na apresentação e análise dos dados foram aplicados os conceitos estudados na revisão da literatura, com base nos requisitos e orientações sobre melhorias no processo de montagem, através do estudo de componentes de fixação. Sendo que, na sequência, serão demonstrados alguns resultados obtidos com as alterações no uso de elementos de fixação, bem como o resultado de um estudo dessas alterações.

4.1 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

O conceito de montagem utilizando elementos de fixação, tais como arruelas, porcas e parafusos tem vasta aplicação na empresa pesquisada, embora alguns dos produtos fabricados já utilizem um conceito diferenciado, ainda há oportunidades para otimizar a aplicação do uso combinado de porcas + arruelas (lisas/pressão) + parafusos.

No decorrer deste trabalho, a situação onde os elementos de fixação aplicados são porcas sextavadas, arruelas lisas e/ou arruelas de pressão e parafusos sextavados, será associada ao conceito antigo, enquanto que a aplicação de parafusos e porcas flangeadas, nessas mesmas situações, será associada ao novo conceito de uso de elementos de fixação.

Partindo do pressuposto de que esta seria uma oportunidade de melhoria para os processos produtivos, foi formado um grupo multidisciplinar com representantes da área de engenharia do produto e de manufatura para trabalhar com esse tema.

Ao analisar a situação, o grupo entendeu que a aplicação da combinação dos elementos de fixação: porca sextavada + arruela lisa + arruela de pressão + porca sextavada ocasionava perdas para o processo de montagem.

Foi possível fazer uma comparação entre modelos diferentes de um mesmo produto, onde esse conceito anteriormente citado já foi substituído e trouxe ganhos ao processo.

Uma das problemáticas levantada foi a variabilidade dos conjuntos, ocasionada pela grande quantidade e diversidade de arruelas lisas e de pressão existentes, montagem de arruelas erradas, troca de códigos, discrepâncias nos estoques e também no tempo da operação de montagem quando utilizados estes elementos.

Através da Figura 5, visualiza-se uma aplicação desses elementos de fixação na montagem de alguns componentes.

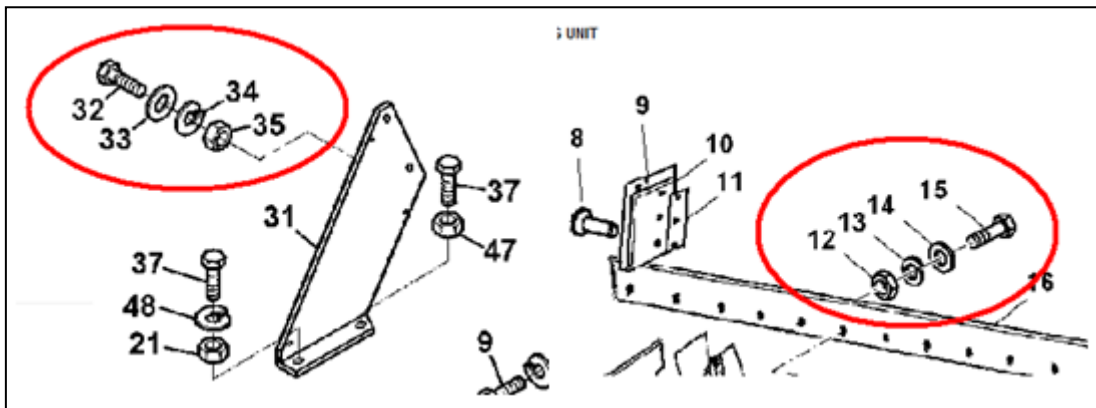


Figura 5 – Aplicações do conceito de montagem utilizando arruela lisa e de pressão. Fonte: Empresa pesquisada.

Através da observação da Figura 5, entende-se que para um ponto de fixação entre duas peças, por exemplo, são aplicados em média 4 componentes de fixação.

A Figura 6 mostra a aplicação desses elementos de fixação em um conjunto maior, comparando à situação da Figura 5.

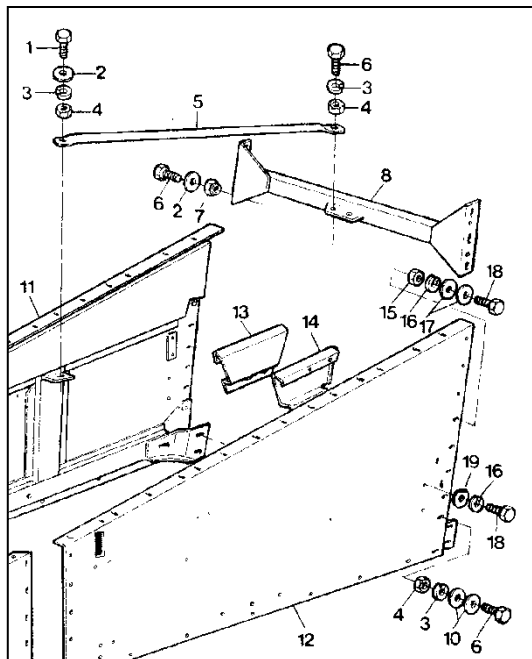


Figura 6 - Aplicação de arruelas lisas e de pressão em um conjunto. Fonte: Empresa pesquisada

Através da Figura 7, pode-se compreender o uso dos elementos de fixação em outra montagem, nessa situação, entende-se que a quantidade destas peças é consideravelmente superior quando comparada às demais. Isso remete, portanto, à vasta aplicação destes elementos no processo de produção da empresa pesquisada, considerando em um nível global das operações de montagem.

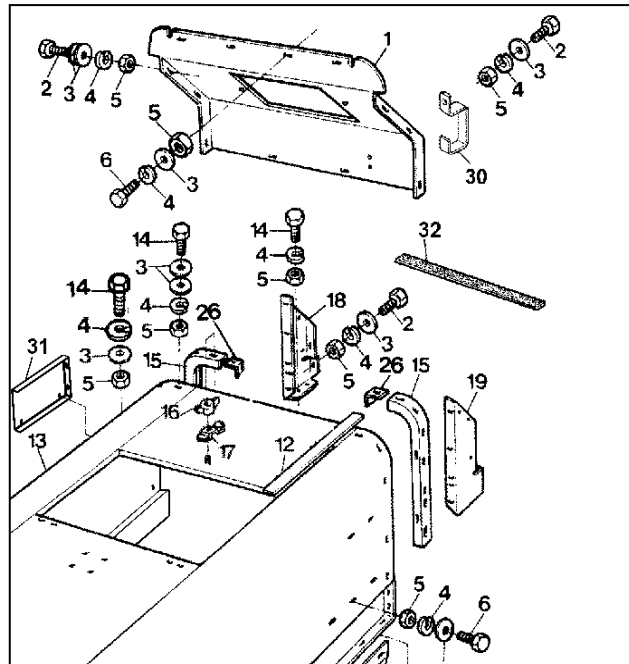


Figura 7 - Aplicação de arruelas lisas e de pressão em um módulo funcional. Fonte: Empresa pesquisada

Pode-se perceber que esses elementos de fixação têm ampla aplicação não somente em conjuntos pequenos ou na união de 2 peças, em conjuntos maiores também é possível encontrar a aplicação desses elementos de fixação.

Na Figura 8 pode-se visualizar o *brainstorming* construído pelo grupo em uma das reuniões realizadas.

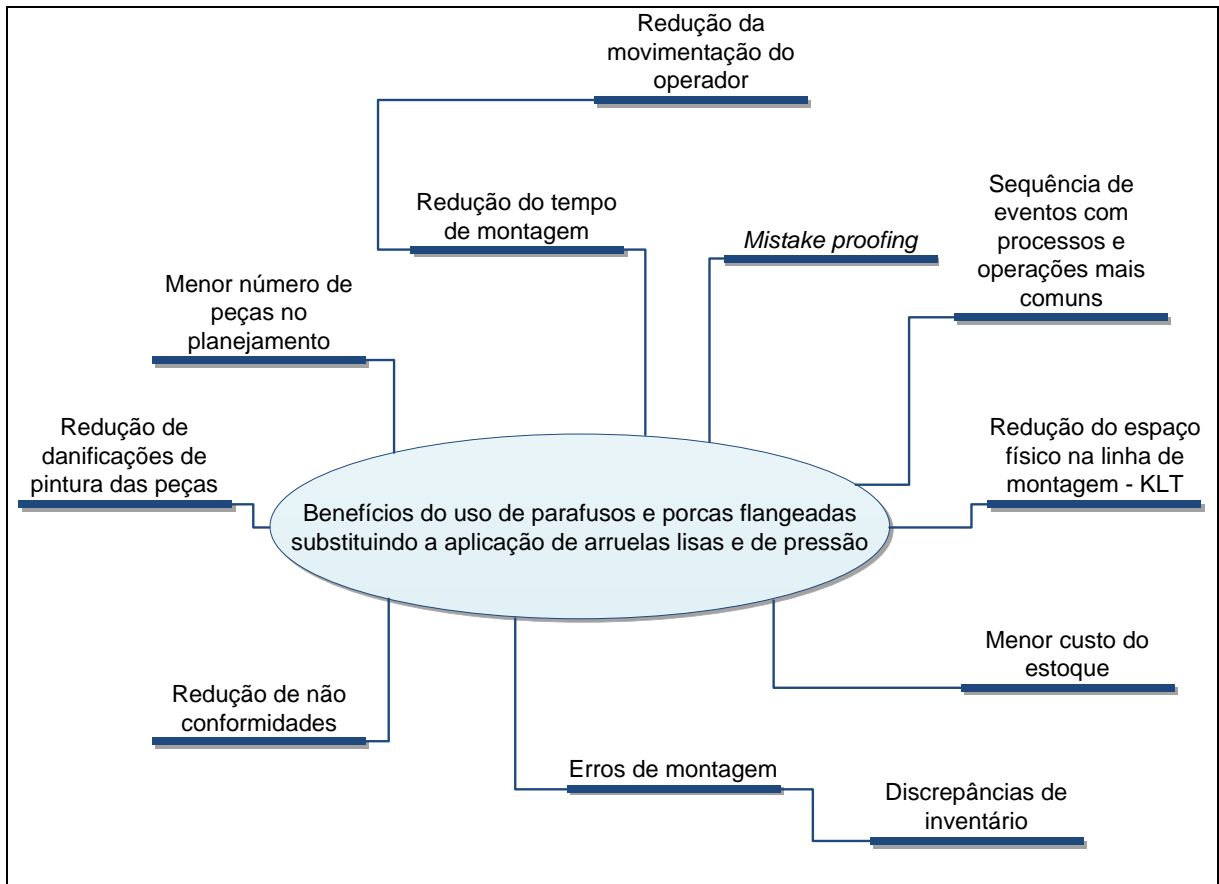


Figura 8 - Brainstorming realizado pelo grupo de trabalho. Fonte: Empresa pesquisada.

Essas contribuições foram baseadas nos conhecimentos técnicos e também na experiência dos participantes do grupo.

Na reunião de construção do *brainstorming* foram apontados os potenciais benefícios que a alteração proposta estaria trazendo á empresa pesquisada.

4.2 PROPOSTA DE MELHORIA

O grupo estabeleceu métodos de trabalho e optou em seguir um conceito já aplicado em outros modelos do mesmo produto considerado no estudo, pois o conceito a ser seguido é caracterizado pela utilização de parafusos e porcas flangeadas em substituição aos parafusos e porcas sextavadas combinados com arruelas lisas e de pressão quando aplicáveis.

As ferramentas da qualidade utilizadas para o desenvolvimento de melhorias: técnica dos porquês, diagrama de Ishikawa e *brainstorming* foram consumadas em projetos anteriores para a mesma aplicação.

Na Figura 9 pode-se visualizar a aplicação do novo conceito proposto pelo grupo, onde apenas parafuso e porca sextavada são utilizados para unir duas peças.

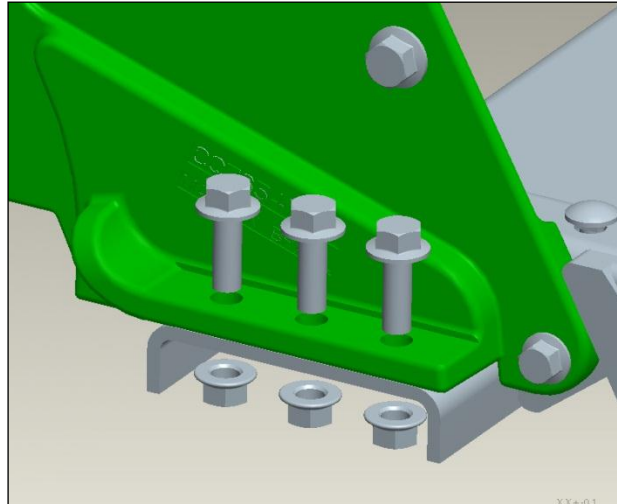


Figura 9 - Novo conceito de montagem com elementos de fixação proposto pelo grupo.
Fonte: Empresa pesquisada

Outro ponto importante a considerar é que em termos de fixação mecânica, de acordo com análises internas da empresa pesquisada, o uso de parafusos e de porcas flangeadas garante um nível de aperto satisfatório, quando comparado à utilização combinada de parafuso sextavado, arruelas e porca sextavada. Essa definição envolveu a gerência das áreas de engenharia de manufatura e engenharia do produto.

Assim, a alteração baseada em um conceito já utilizado tende a apresentar uma transição suave, com poucos impactos.

Considera-se também que o período de aprendizagem dos montadores seria reduzido, uma vez que o conceito de montagem, utilizando parafusos e porcas flangeadas, dispensa o uso de arruelas e isso já é de conhecimento dos montadores.

Também a atualização dos processos internos após a potencial implementação da melhoria proposta, seria mais simples e rápida, uma vez que o processo de montagem fica similar ao processo que já está documentado nos sistemas da empresa pesquisada.

De forma geral, adotar um conceito de melhoria que já está efetivado e em funcionamento em outros produtos da empresa, é uma decisão mais confiável para esta problemática.

4.3 BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA PROPOSTA

Conforme já ilustrado anteriormente na Figura 8, o grupo destacou alguns benefícios que potencialmente a empresa estaria incorporando ao seu processo, particularmente considerando as operações de montagem com uso de elementos de fixação considerados neste trabalho.

O detalhamento sobre alguns dos benefícios já elencados será apresentado com base nas análises feitas pelo grupo de trabalho.

4.3.1 Estudo da aplicação dos elementos de fixação

Para iniciar o trabalho de análise, foi necessário conhecer a aplicação das arruelas lisas e de pressão no processo de montagem dos conjuntos. Foram selecionados 3 modelos distintos de um mesmo produto. Os modelos não serão informados por motivo de confidencialidade.

A empresa pesquisada possui ainda ampla possibilidade de configuração de seus produtos, no entanto, para a finalidade de controle interno foram criadas algumas configurações com base na maior recorrência de vendas dos produtos, destas foram selecionadas 8 configurações para embasar o estudo. Detalhes sobre as configurações não serão divulgados por motivo de confidencialidade.

Cada configuração completa tem em seu sistema de informações corporativo, seus componentes organizados em níveis hierárquicos de estrutura, de acordo com a aplicação dentro de conjuntos, montagens e módulos funcionais do produto, essa estrutura de produto é denominada *Bill of Material* (BOM).

Para todas as configurações consideradas, foi elaborado um relatório de BOM com explosão multinível, a partir desse relatório foi feita a identificação dos componentes de fixação (arruelas lisas e de pressão, parafusos e porcas sextavadas).

A identificação foi realizada considerando informações do cadastro desses materiais, não sendo feita, neste estágio, uma verificação aprofundada em cada conjunto ou montagem.

Quando considerados somente os conjuntos de primeiro nível na estrutura do produto, foram identificados 641, destes, 288 foram identificados como conjuntos nos quais poderiam ser feitas as alterações, ou seja, em aproximadamente 45% deles foi evidenciada a possibilidade de aplicar a melhoria proposta pelo grupo.

Para esses 288 conjuntos, foi possível identificar o arranjo de elementos de fixação composto por arruela lisa, arruela de pressão, parafuso e porca sextavada, também foi possível identificar as peças substitutas, no caso do parafuso e da porca flangeados.

Outra informação obtida, a partir desse relatório, foi sobre a quantidade de arruelas lisas, arruelas de pressão, parafusos e porcas sextavadas que possuem aplicação nas montagens consideradas, conforme pode-se analisar através da Figura 10.

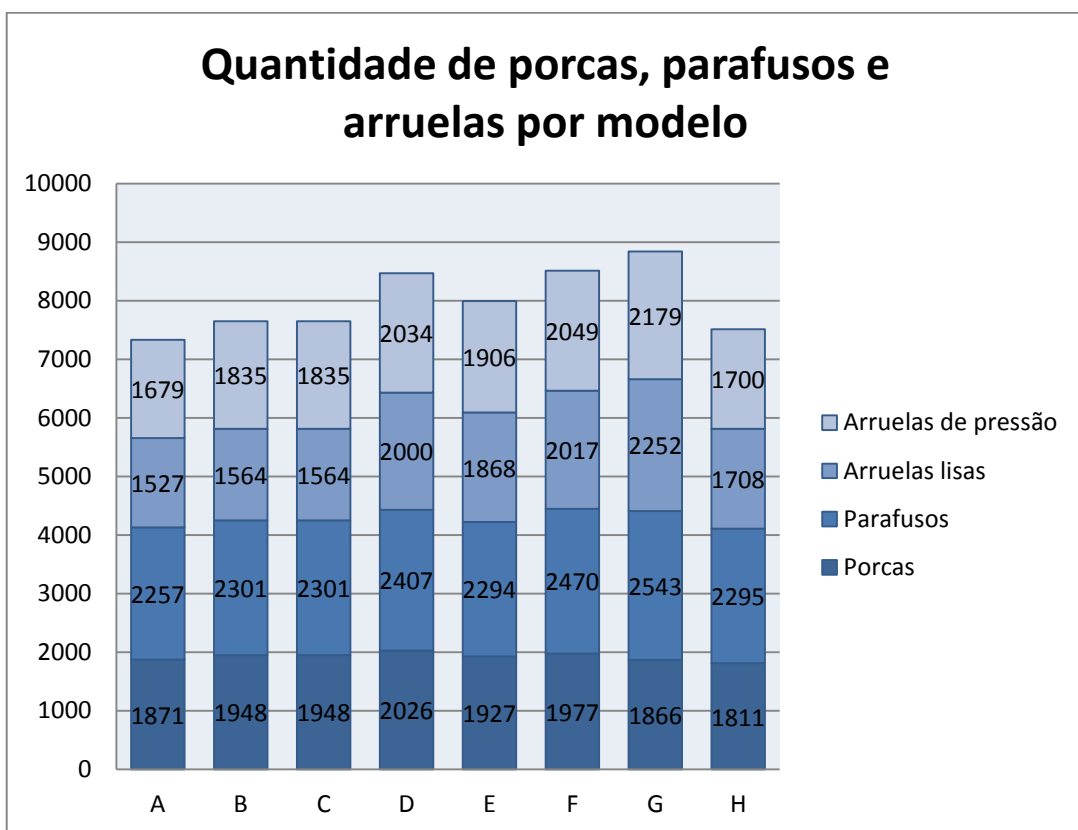


Figura 10 - Gráfico da quantidade de elementos de fixação identificados nos modelos estudados. Fonte: Empresa pesquisada

Os dados da Figura 10 estão baseados na quantidade de arruelas, porcas e parafusos, utilizados nos modelos de produtos considerados.

A Figura 11 mostra um comparativo da quantidade de elementos de fixação utilizados em cada um dos modelos de produto considerados no presente estudo, antes e depois da implementação da melhoria proposta pelo grupo de trabalho.

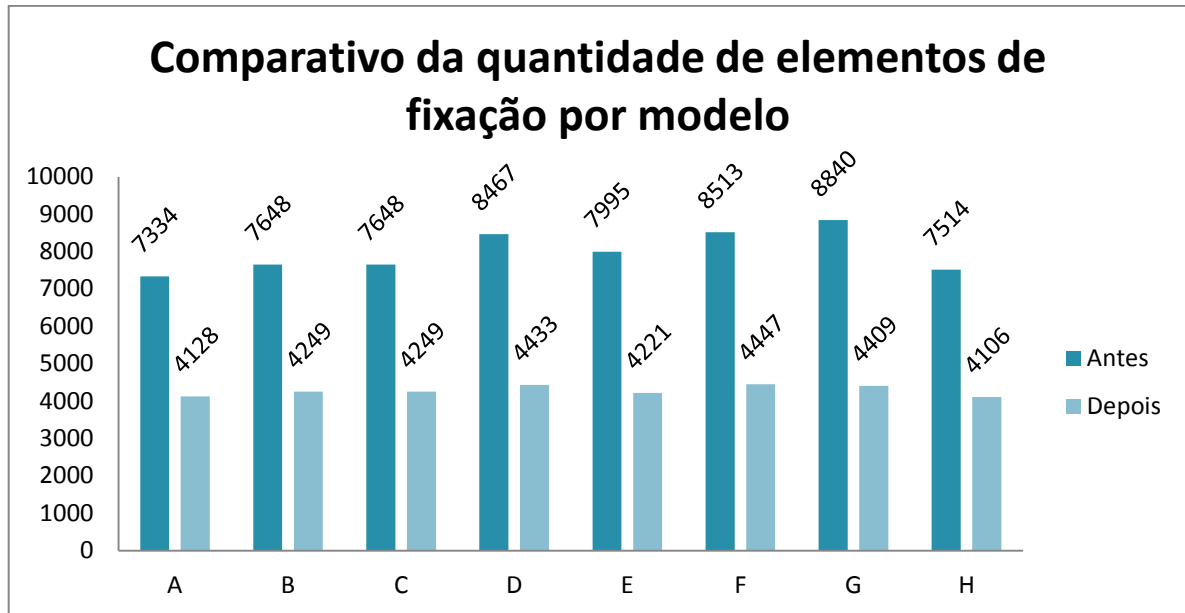


Figura 11 – Comparativo da quantidade de elementos de fixação nos modelos de produto considerados antes e depois da implementação da melhoria proposta. Fonte: Empresa pesquisada

Nota-se o grande volume dessas peças que estão atualmente em produção na empresa pesquisada, lembrando que esse número é composto apenas pelos dados dos modelos de produtos considerados no presente estudo.

4.3.2 Fluxograma de processo

Para a elaboração do fluxograma de processo e obtenção de dados para um comparativo entre a situação atual e a situação proposta, foi selecionada aleatoriamente uma única configuração de produto, que caracteriza um produto pronto. Foram selecionados 2 módulos funcionais distintos, com diferenciação de aplicação e função no produto final, ambos importantes para o processo e produto.

Os módulos selecionados são muito similares para todos os modelos considerados neste estudo, podendo então caracterizar um reflexo das alterações para todos os modelos.

O primeiro módulo funcional estudado foi o de peneiras, pois é um conjunto de menor complexidade, considerando a quantidade de operações e o número de peças, dentro do processo global da empresa é um conjunto de pré-montagem.

O segundo módulo funcional foi o capô traseiro, este já com maior número de operações, sendo realizadas em duas etapas, antes e depois do processo de

pintura. Pode ser considerado mais complexo que o anterior, também pelo fato de ser um módulo funcional mais robusto.

Nesta etapa os resultados dos tempos das operações não foram analisados em nível global de montagem da empresa pesquisada, porém os dados dos processos, especificamente relacionados ao tempo das operações foram considerados na análise dos custos, conforme exposto no item 4.3.3. Sendo assim, os dados que serão apresentados na sequência têm como objetivo propiciar uma análise simplificada e pontual da melhoria proposta pelo grupo. O fluxograma não será apresentado por motivos de confidencialidade.

4.3.2.1. Fluxograma do processo de montagem das peneiras

Para o módulo funcional de peneiras, a alteração proposta pelo grupo neste trabalho já foi implementada em virtude de necessidades internas da empresa e o processo de montagem atualmente utiliza o conceito de parafusos e porcas flangeadas, substituindo a aplicação de arruelas lisas e arruelas de pressão montadas com parafusos e porcas sextavadas.

Para esta situação, as informações atualizadas sobre tempo da operação de montagem já estão no sistema da empresa, sendo necessário elaborar o fluxograma avaliando a situação antes da alteração. Isso foi possível através da ajuda dos próprios montadores, que simularam uma situação de montagem com o conceito antigo e possibilitaram a obtenção dos dados.

O tempo de montagem com o conceito antigo foi de aproximadamente 21 minutos, já o tempo dessa mesma operação com os conceitos de parafusos e porcas flangeadas, segundo informações da empresa pesquisada, é de aproximadamente 16 minutos. Dessa forma, nota-se uma redução de 24 % no tempo dessa operação de pré-montagem.

Se considerarmos a produção média mensal dos últimos 5 anos, somente para esse modelo de máquina tem-se, para o módulo das peneiras, uma economia de tempo equivalente a cerca de 10 horas mensais.

4.3.2.2. Fluxograma do processo de montagem do capô traseiro

Diferente do módulo das peneiras, no módulo do capô traseiro o processo ainda está acontecendo com o conceito antigo do uso dos elementos de fixação.

Sendo assim, o grupo fez uma análise do processo de montagem atual e, a partir disto, foi possível elaborar o fluxograma de processo atual com as operações e tempos de execução das operações.

Conforme já mencionado anteriormente, a empresa pesquisada já utiliza o conceito de parafusos e porcas flangeadas em alguns modelos de produtos e a partir de estudos realizados nesses modelos, foi possível estimar uma redução no tempo de uma operação de montagem comparando as duas situações: conceito antigo e conceito novo.

Esse valor não será informado por motivos de confidencialidade, mas o mesmo foi considerado na elaboração do fluxograma de processo proposto para a situação futura deste módulo funcional.

Para a análise dos tempos de montagem do módulo do capô traseiro foram elaborados fluxogramas distintos, um analisando as operações que acontecem antes do processo de pintura e outro as considerando após o processo de pintura.

Os resultados dos tempos de cada um dos processos podem ser comparados através da Tabela 3.

Tabela 3

Tempos da operação de montagem do capô traseiro.

Processo	Situação da análise	Tempo da operação (min.)	Redução tempo de operação (%)
Antes da pintura	Conceito Antigo	55	23,63
	Conceito Novo	42	
Depois da pintura	Conceito Antigo	50	16
	Conceito Novo	42	

Fonte: Empresa pesquisada

Se considerarmos a produção média mensal dos últimos 5 anos, somente para esse modelo de máquina tem-se, para neste módulo funcional, uma economia de tempo equivalente a aproximadamente 28 horas mensais para o processo de montagem que acontece antes da pintura, e cerca de 17 horas mensais para o processo de montagem depois da pintura.

4.3.3 Análise e levantamento de custos

Por definição do grupo de trabalho, os custos analisados foram especificamente de peças que deixam de ser utilizadas e também daquelas que passam a ser utilizadas com o novo conceito, caracterizando assim, uma análise relacionada á custos diretos.

Em síntese, é a comparação considerando determinado conjunto, onde o custo das arruelas, parafuso e porca sextavada devem ser subtraídos do valor do conjunto enquanto que o custo dos novos componentes – parafuso e porca flangeada - devem ser adicionados ao valor do conjunto.

Como já abordado no item 4.3.2, essa alteração também impacta na redução do tempo das operações de montagem, fato este que torna necessária a análise também custo atrelado à mão de obra nestas situações.

A empresa pesquisada tem o valor do custo relacionado á mão de obra estimado para cada alteração. Por motivos de confidencialidade este valor não será divulgado, porém o grupo considerou o mesmo nas análises.

O estudo dos custos diretos deu-se da seguinte maneira: para os conjuntos nos quais o grupo identificou a possibilidade de implementar a melhoria, foram identificados os parafusos sextavados, arruelas lisas, arruelas de pressão e porcas sextavadas que caracterizavam uma operação de montagem, ou seja, que tinham aplicação em um mesmo ponto com a finalidade de unir 2 componentes.

Essas peças tiveram seu custo identificado, através dos cadastros das mesmas no sistema da empresa pesquisada. Feito o somatório dos custos dessas peças, adicionou-se o valor de mão de obra, que foi fornecida pela empresa, sendo que a mesma representou uma redução de custo, decorrente da redução de complexidade e tempo de processamento das operações de montagem.

Obteve-se então o montante de redução de custo para os conjuntos, considerando peça (somente elementos de fixação) e mão de obra, que nesses casos está diretamente ligado à economia de movimentos e conseqüentemente à redução no tempo de montagem dos conjuntos.

Feito isto, foram relacionados os parafusos e porcas sextavadas da etapa anterior e de acordo com as especificações dos mesmos, buscou-se similares flangeados. Essa etapa envolveu pessoas da área de compras da empresa estudada, a fim de verificar também, junto aos fornecedores, os códigos e o preço destes parafusos e porcas flangeadas.

Resultante dessa análise houve uma redução no custo dos elementos de fixação para as montagens consideradas, os valores estão expressos em porcentagem, conforme Figura 12.

Os valores representados na Figura 12 foram obtidos através da comparação entre o valor dos elementos de fixação antes e depois da implementação da melhoria proposta pelo grupo.

Para a leitura das informações da Figura 12, é necessário considerar que o valor depois da alteração é 12,23 % menor do que o valor antes da alteração para o modelo A, por exemplo. Dessa forma, houve uma redução do custo direto.

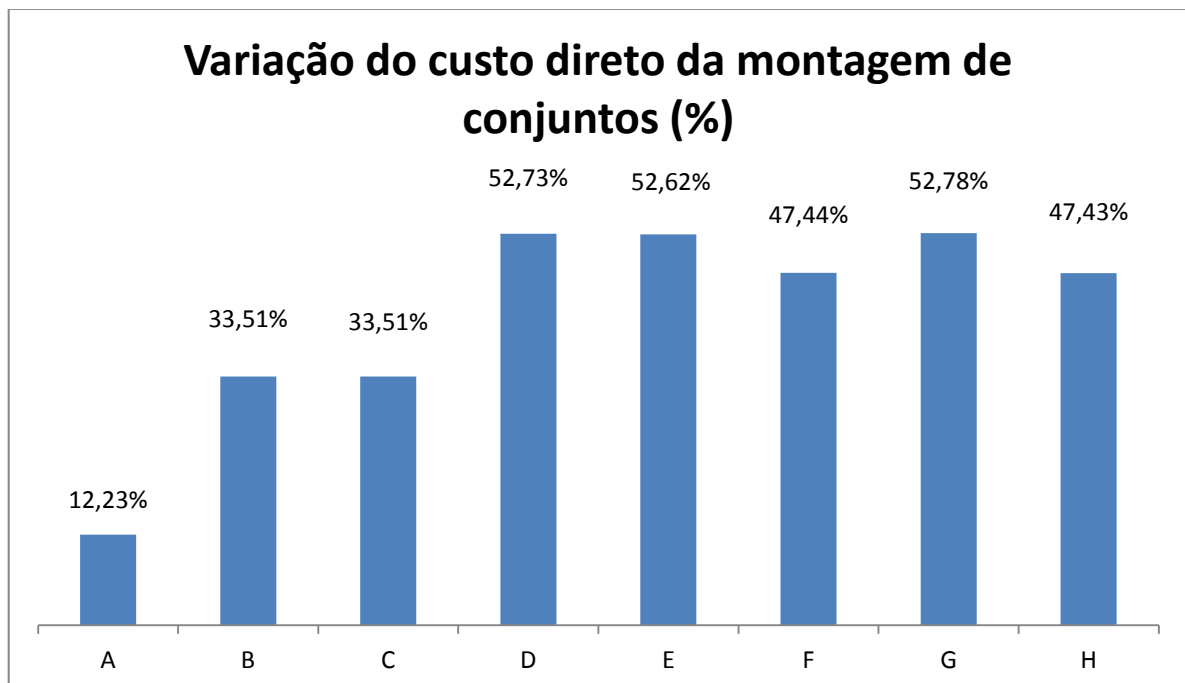


Figura 12 - Gráfico das reduções do custo dos elementos de fixação. Fonte: Empresa pesquisada

É importante ressaltar que, nesta análise, não foram consideradas situações de potenciais alterações de geometria dos componentes para possibilitar a implementação da melhoria proposta ou qualquer outra alteração no produto ou até mesmo na fábrica. Também o custo de alguns componentes teve de ser estimado, de forma que foi utilizado preço comercial, sem considerar a demanda média dos mesmos.

Na Figura 13 pode-se identificar o impacto das alterações propostas pelo grupo, por modelo de máquina, com base na produção anual dos modelos considerados na pesquisa, nos últimos 2 anos.

A, B e C são de um mesmo modelo de produto, porém de configurações diferentes. Assim como D, E, F e G também são do mesmo modelo, contudo de configurações diferentes. Somente H representa uma única configuração considerada, para outro modelo distinto.

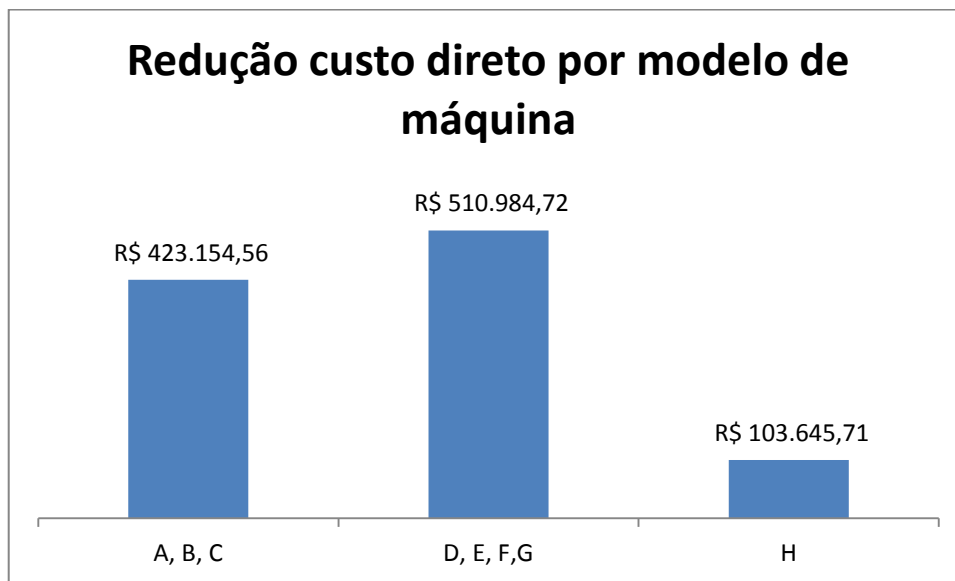


Figura 13 - Estimativa da redução de custo com base na produção dos 2 últimos anos. Fonte: Empresa pesquisada.

A partir desses dados, pode-se fazer uma simulação da redução do custo direto, considerando o mesmo período, porém avaliando um incremento de 10% na produção destes modelos.

Esses dados não se referem ao aumento da produção total da empresa pesquisada, mas somente para os modelos que estão sendo considerados no presente trabalho.

A estimativa de incremento para a produção, neste caso é um valor estipulado, onde a equipe supõe que a produção dos modelos considerados no estudo estaria em um nível consideravelmente superior ao atual.

Na Figura 14 visualiza-se a projeção da redução do custo direto para essa situação descrita anteriormente, considerando o mesmo período de 2 anos.

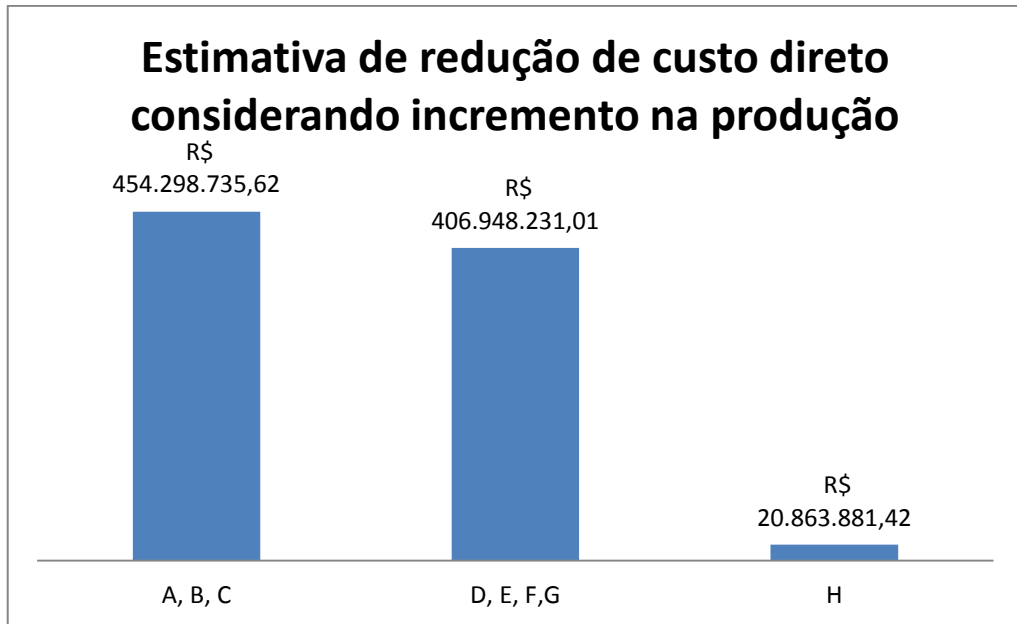


Figura 14 - Estimativa de redução de custo com incremento da produção. Fonte: Empresa pesquisada

Percebe-se, portanto, uma redução de custo direto considerável. É necessário lembrar novamente que a base dos cálculos de custos está fundamentada no custo das peças, no caso, elementos de fixação e também das reduções de custos atrelados à mão de obra para montagem dos conjuntos.

4.3.4 Não conformidades

Identificar não conformidades ou defeitos que já ocorreram é uma forma de verificação importante, principalmente para produtos finais, que estão prontos para serem entregues ao cliente e a inspeção é uma das maneiras de se fazer essa identificação dos defeitos. Na empresa pesquisada, 100% dos produtos produzidos são inspecionados e vários pontos específicos são observados no final da linha de montagem.

Considerando os registros de não conformidades identificadas no final de montagem dos 2 últimos anos e que estão associados aos elementos de fixação, mais de 60% estão diretamente relacionados á arruelas lisas e de pressão empregadas nas montagens, tais como arruelas abertas e montadas em aplicações incorretas, troca de códigos (similaridade muito grande entre as arruelas), etc.

O grupo entendeu que para fins de análise, os registros caracterizariam melhor a situação, se agrupados da seguinte forma:

- Arruelas abertas/excesso de torque: quando aplicado torque inadequado, normalmente excessivo, as arruelas de pressão tendem a abrir, ou até mesmo as arruelas lisas podem sofrer deformação;
- Material errado/trocado: quando uma arruela foi montada incorretamente no lugar de outra, devido à similaridade das arruelas ou informação insuficiente;
- Material não montado: quando deveria ter sido montada a arruela lisa ou de pressão, mas por algum motivo isso não aconteceu;
- Montagem inadequada: quando arruela lisa ou de pressão foi montada em posição invertida.

Na Figura 15 pode-se visualizar, através do gráfico, a contribuição de cada uma dessas não conformidades nas verificações do produto final. Essa análise novamente refere-se somente aos modelos estudados pelo grupo.

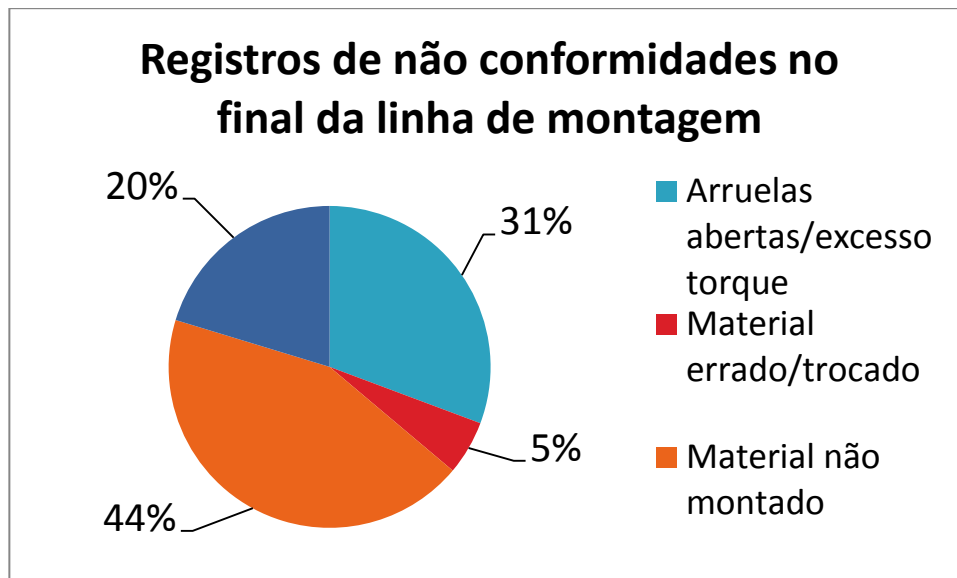


Figura 15 - Não conformidades identificadas no final da linha de montagem. Fonte: Empresa pesquisada

Independentemente do tipo de registro, em ambas as situações são necessárias ações corretivas, também entendidas como retrabalhos.

Através da Figura 16 pode-se visualizar um estudo do tempo destinado ao retrabalho das não conformidades registradas no período considerado.

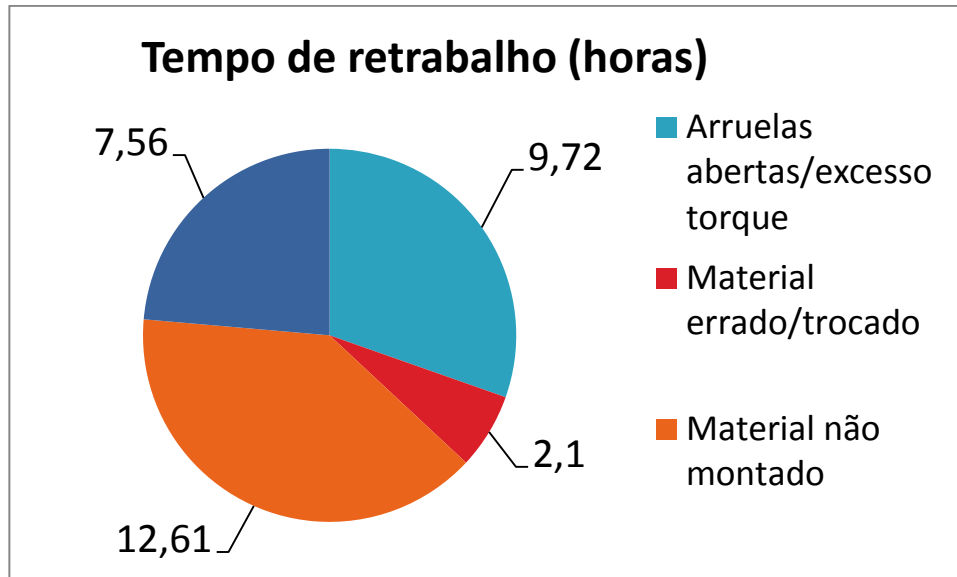


Figura 16 - Tempo de retrabalho das não conformidades registradas. Fonte: Empresa pesquisada

Embora os tempos não sejam elevados, quando se considera o processo de operação da empresa pesquisada, o tema permanece relevante, uma vez que todo e qualquer retrabalho é analisado como uma perda dentro do processo e são as operações que não agregam valor ao produto final, portanto devem ser eliminadas sempre que possível.

Além disso, outro ponto é a incidência dessas não conformidades associadas às arruelas lisas e de pressão no registro geral das não conformidades.

O grupo também observou que a alteração proposta teria caráter de evitar determinados tipos de não conformidades, atuando como um *mistake proofing* nas operações de montagem, uma vez que a aplicação dos parafusos flangeados e das porcas flangeadas torna desnecessário o uso das arruelas, considerando situações em que seja possível fazer a alteração, porque isso evita o possível esquecimento do operador de montar determinada arruela ou arruelas erradas.

Esse tipo de não conformidade também impacta diretamente na exatidão de estoques, uma vez que a baixa de peças do estoque, que acontece quando um produto sai no final da linha de montagem, é feita com base na BOM cadastrada no sistema, se arruelas erradas foram montadas no lugar das arruelas que estavam na BOM, tem-se caracterizado um erro no inventário.

É importante também considerar que o número de arruelas lisas e de pressão no estoque total iria diminuir, considerando a implementação da melhoria

proposta pelo grupo, em todas as aplicações possíveis e com isso também reduziria o custo total dos estoques.

4.3.5 Redução da complexidade e diversidade dos processos

Quanto maior a similaridade entre os processos, menor a probabilidade de erros. Isso se estende não apenas aos processos operacionais, mas também às atividades das áreas de engenharia de manufatura, por exemplo, que suportam as áreas de produção através do desenvolvimento de sequência de eventos, instruções para os montadores, entre outros.

Se o conceito do uso de elementos de fixação, tais como os considerados neste estudo, tiver ampla similaridade, ficará consideravelmente mais fácil para os engenheiros elaborarem esses documentos.

Para a área de produção, os benefícios mais evidentes já foram relacionados no item 4.3.2 através da redução no tempo de processamento das operações de montagem. Através disso, entende-se que essa redução também está associada a processos menos complexos, com operações mais similares e menos trabalhosas, uma vez que o produto final permaneceu inalterado e também não foram feitas alterações no *design* do mesmo.

A redução do número de peças também acarreta em menos materiais para gerenciar internamente, não somente para planejamento, mas também é necessário considerar questões logísticas internas dos mesmos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande desafio proposto às empresas da atualidade é manter a competitividade com produtos de qualidade e que satisfaçam os clientes. Para atingir este objetivo, várias ações são possíveis, porém é imprescindível que os processos produtivos estejam alinhados e com poucas perdas, para que possam suportar as estratégias definidas.

A melhoria proposta pelo grupo de trabalho, consiste na substituição da utilização de parafusos e porcas sextavadas com função de unir duas ou mais peças nos conjuntos de montagem, pela utilização de parafusos e porcas flangeadas, tornando dessa forma, desnecessário o uso de arruelas lisas e de pressão nessas aplicações.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho, que foi definir uma proposta de implementação de melhoria no processo de montagem, especificamente nos elementos de fixação, em uma empresa de grande porte do ramo de agronegócios, com base em *Lean Manufacturing* foi atingido conforme o item 4.2 da apresentação e análise dos resultados, onde o grupo optou pela utilização de um conceito que já aplicado em outros produtos, que consiste basicamente em eliminar o uso de arruelas lisas e de pressão através da substituição de parafusos e porcas sextavadas por parafusos e porcas flangeadas

O primeiro objetivo específico de identificar conceitos e informações sobre melhorias de processos de montagem orientados pelo *Lean Manufacturing* foi atingido conforme item 2.3 e 2.4 da revisão da literatura, onde foram abordadas contextualizações sobre Sistema Toyota de produção com foco na melhoria de processo e eliminação de perdas e ferramentas da qualidade que podem ser aplicadas na melhoria de processos. O segundo objetivo específico de identificar as particularidades do processo de montagem na empresa pesquisada foi atingido, segundo item 4.1, onde através da análise da situação atual o grupo coletou informações para caracterizar e descrever o processo de montagem que utiliza o conceito de aplicação de arruelas lisas e de pressão nas montagens, basicamente união de peças. Por fim, o objetivo de identificar os benefícios da implementação da melhoria foi atingido de acordo com o item 4.3, onde o grupo expôs as potenciais reduções no tempo de montagem de conjuntos, com reduções de até 24% no tempo de montagem de alguns conjuntos, redução da complexidade de montagem, redução de estoques e quantidade de peças para planejamento de fábrica e também

para a logística interna, reduções de custo nas operações de montagem, onde estima-se que para alguns modelos, o custo das operações de montagem podem ser reduzidos em até 50%, o grupo também identificou uma oportunidade de redução de não conformidades na inspeção do produto final, uma vez que atualmente 60% das não conformidades registradas estão ligadas á problemas em elementos de fixação.

É importante ressaltar que as informações obtidas através da análise do processo de montagem na empresa estudada possibilitou a elaboração de um fluxograma de algumas operações distintas, mas que podem representar o processo de montagem global da empresa, sendo a melhoria notável a partir da aplicação do fluxograma de processo.

Destaca-se também que o conhecimento adquirido durante a elaboração deste trabalho teve grande contribuição para a formação profissional e também pessoal da aluna.

Desta forma, é importante salientar que as alterações propostas através da melhoria de processo definida neste trabalho irão contribuir com os propósitos da empresa estudada, uma vez que tem foco na redução de perdas nos processos, possibilitando o aumento da produtividade dos processos de montagem, estando dessa forma alinhadas aos objetivos da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. Trad. de S. L. O. Assis; J S. G. Azevedo e A. Pallotta. São Paulo: Edgar Blucher, 1997.
- LEI - Lean Enterprise Institute. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. Trad. De A. C.C. Maciel. São Paulo, 2003.
- LUBBEN, R. T. **Just-In-Time**: Uma estratégia avançada de produção. Trad. De F.D. Steffen. São Paulo: McGraw-Hill, 1989
- MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem**: Fundamentos e Tecnologia. Belo Horizonte: UFMG, 2009
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.
- MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2003.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Trad. de C. Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PARETO, L. **Elementos de Máquinas**: Formulário técnico. Trad. de J.B. Soares. São Paulo: Hemus, 1982.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da Produção**: Operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicemP, 2007.
- RAGO, S. F. T.; JUNIOR, E. C.; BANZATO, E.; BANZATO, J. M.; MOURA, R. E. **Atualidades na Gestão de Manufatura**. São Paulo: IMAM, 2003.
- ROCHA, D. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: o ponto de vista da engenharia de produção. Trad. de E. Schaan. – 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS. S.; JOHNSTON. R. **Administração da Produção**. Trad. de M. T. C. de Oliveira, F. Alher. – 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.