

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**JOÃO PEDRO CASSIMIRO TEIXEIRA**

**PROCESSO DE COMPRA *SEMI KNOCKED-DOWN*: análise para redução de custos após a  
implementação do *design for excellence***

**Varginha**  
**2018**

**JOÃO PEDRO CASSIMIRO TEIXEIRA**

**PROCESSO DE COMPRA *SEMI KNOCKED-DOWN*: análise para redução de custos após a  
implementação do *design for excellence***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré requisito para obtenção do grau de bacharel pela sob orientação do Prof. Me. Sidnei Pereira.

**Varginha  
2018**

**JOÃO PEDRO CASSIMIRO TEIXEIRA**

**PROCESSO DE COMPRA *SEMI KNOCKED-DOWN*: análise para redução de custos após a  
implementação do *design for excellence***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em:     /     /

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente à Deus e a minha família. Obrigado pela paciência, conselhos e incentivo durante todo o período do curso.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. Felicidade é quando ainda nos falta algo para esperar”

Charles Chaplin.

## RESUMO

A busca por reduções de desperdício e consequentemente custos vem se tornando um dos principais objetivos das empresas de diversos segmentos devido à alta competitividade do mercado global. Essas reduções estão geralmente ligadas à utilização de ferramentas qualidade que buscam identificar os desperdícios nos macro e micro processos e minimizá-los ao máximo, garantindo a maior lucratividade para empresa. Este artigo busca demonstrar os resultados obtidos ao implementar uma ferramenta de qualidade em um processo de compra *Semi Knocked-Down*. Para isso, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, e a partir de então, foi iniciada uma análise detalhada sobre o processo de compras em questão, afim de identificar possíveis melhorias no processo de uma forma geral. Dessa forma, foi possível mapear todo o fluxo de trabalho e implementar todas as modificações viáveis que foram propostas inicialmente e durante o trabalho, reduzindo assim os desperdícios no processo e aumentando os ganhos da empresa.

**Palavras-chave:** Redução de desperdícios. Redução de custos. Ferramentas de qualidade.

## ABSTRACT

*The search for reductions in waste and consequently cost has become one of the main objectives of companies in various segments due to the high competitiveness of the global market. These reductions are usually linked to the use of quality tools that support to identify the waste in the macro and micro processes and minimize them to the maximum, guaranteeing the greater profitability of the company. This article wants to demonstrate the results obtained by implementing a quality tool in a Semi Knocked-Down purchase process. For this, a bibliographic research was done related to the subject, and from then on, a detailed analysis was started on the purchasing process in question, in order to identify possible improvements in the process in a general way. In this way, it was possible to map the entire workflow and implement all the feasible modifications that were proposed initially and during the work, reducing many waste processing increasing the company's profits.*

**Keywords:** *Waste reduction. Cost reduction. Quality tools.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Estrutura Dfx.....	11
Figura 02 - Ciclo Dfx, impacto no produto.....	13
Figura 03 - Exemplos dos 7 tipos de desperdícios.....	14
Figura 04 - Adaptado para o idioma Português, Custo total de operação.....	15
Figura 05 - Embalagem Bracket Assy.....	21
Figura 06 - Embalagem BB Display.....	21
Figura 07 - Embalagem Housing BB.....	22
Figura 08 - Embalagem Hair Chamber Assy.....	22
Figura 09 - Novo modelo embalagem Bracket Assy.....	24
Figura 10 - Novo modelo embalagem do BB Displa.....	24
Figura 11 - Novo modelo embalagem do BB Display.....	25
Figura 12 - Nova embalagem Housing BB.....	25
Figura 13 - Nova embalagem Hair Chamber assy.....	26
Figura 14 - Equipamento de Ressonância.....	27



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 <i>Design for excellence</i>.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Aplicação do dfx.....	12
2.1.2 Dfx na melhoria continua.....	12
<b>2.2 <i>Lean Manufacturing</i>.....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Fluxo de valor.....	14
<b>2.3 <i>Total Cost Ownership</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Impacto do custo de embalagem na compra de SKD.....</b>	<b>16</b>
2.4.1 Projeto de embalagem.....	16
2.4.2 Custo de embalagem.....	17
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Estruturação de dados.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Proposta de iterações.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Testes.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Teste de transporte.....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Proposta 1.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Proposta 2.....</b>	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de ferramentas de qualidade tem como objetivo aumentara qualidade dos produtos, a velocidade de produção, reduzir as perdas na produção, reduzir o estoque, a mão de obra, a espera, a movimentação e o transporte. A busca pela melhoria vem se tornando cada vez mais freqüente no cenário atual entre grandes, médias e pequenas empresas.

Essa busca por redução está principalmente ligada à alta competitividade do mercado, pois diferentemente do cenário atual, anteriormente muitas empresas estavam focadas em um único tipo de produto, o que diminuía o ramo de negócios das empresas e consequentemente a necessidade de compartilhar o mercado. Este cenário mudou quando a diversificação tornou-se uma estratégia de sobrevivência das empresas e o foco foi direcionado a redução de custos.

Segundo a revista exame (2013), a Toyota se firmou como uma grande montadora mundial graças a um modelo de produção super eficiente, que eliminava desperdícios de tempo e de recurso por meio de aprimoramento contínuo de processos. Nas estratégias de vendas diretas da Dell, esse modelo é imprescindível para que os computadores sejam fabricados ao gosto do cliente e no menor intervalo de tempo possível.

Seguindo os exemplos citados acima e utilizando as ferramentas de qualidade, é possível analisar todos os processos envolvidos na compra *Semi Knocked-Down* (SKD), desde o fornecimento da matéria prima, montagem das peças, forma de embalagem, mão de obra necessária, reembalagem e montagem do aparelho, afim de promover melhorias durante o processo e maximizar a lucratividade da empresa.

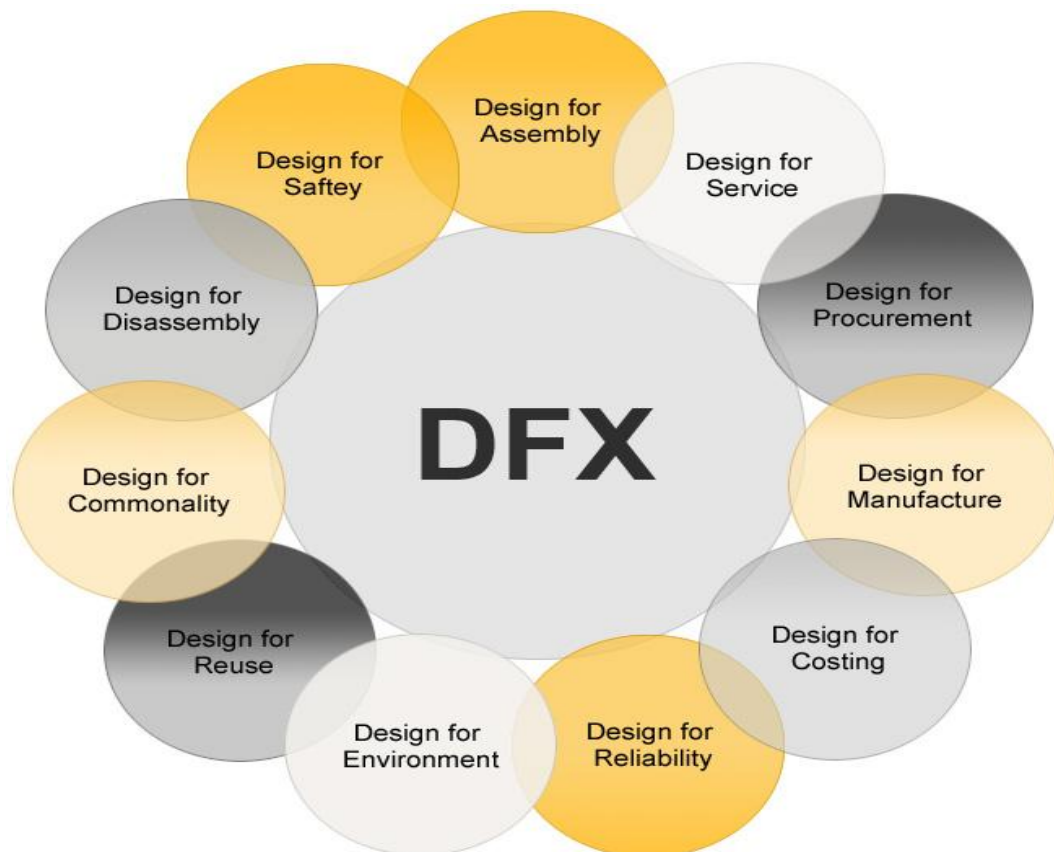
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Design for Excellence*

O *Design for Excellence* (Dfx), é a aplicação de regras, diretrizes e metodologias com o objetivo de incorporar valor ao produto ao atender os requisitos pré-estabelecidos pelos clientes e pela empresa.

A letra “x”, em Dfx, representa um aspecto do valor do produto a ser direcionado; estes podem incluir: *Design for Supply Chain (DFSC)*, *Design for Reliability (DFR)*, *Design for Fabrication (DFF)*, *Design for Assembly (DFA)*, *Design for Manufacturability (DFM)*, *Design for Test* (MORRISON, BRIAN, 2015).

Figura 01– Estrutura Dfx.



Fonte: Morrison, Brain, 2015.

Como pode ser notada, esta flexibilidade na estrutura do Dfx torna o programa viável a quase todos os tipos de negócio pela abrangência alcançada.

### 2.1.1 Aplicação do Dfx

Os métodos Dfx podem ser aplicados em vários estágios do ciclo de vida do produto, desde as primeiras fases de conceitualização, durante todo o *design* e desenvolvimento e para os produtos já lançados, relacionado a engenharia do ciclo de vida (COOPER, 2007).

Durante a conceitualização inicial do produto, as suas funções devem ser definidas em termos de preço que os clientes-alvo estão dispostos a pagar.

O desenvolvimento, as definições dos custos do produto podem ser feitos com relação a materiais, acabamentos, componentes e decisões de construção vs. compra. Uma ênfase pode ser colocada no *design* para manufatura e montagem para reduzir os custos de produção, juntamente com o *design* para facilidade de manutenção para reduzir os custos da garantia.

Para produtos já lançados, a definição de matéria prima, conceitos de usinagem, injeção plastica, componentes críticos, funções gerais e características específicas do produto podem ser revisadas para reduzir ainda mais os custos. A experiência adquirida durante a produção e os comentários dos usuários podem ajudar a ajustar o valor entregue e maximizar o retorno do investimento.

### 2.1.2 Dfx na melhoria contínua

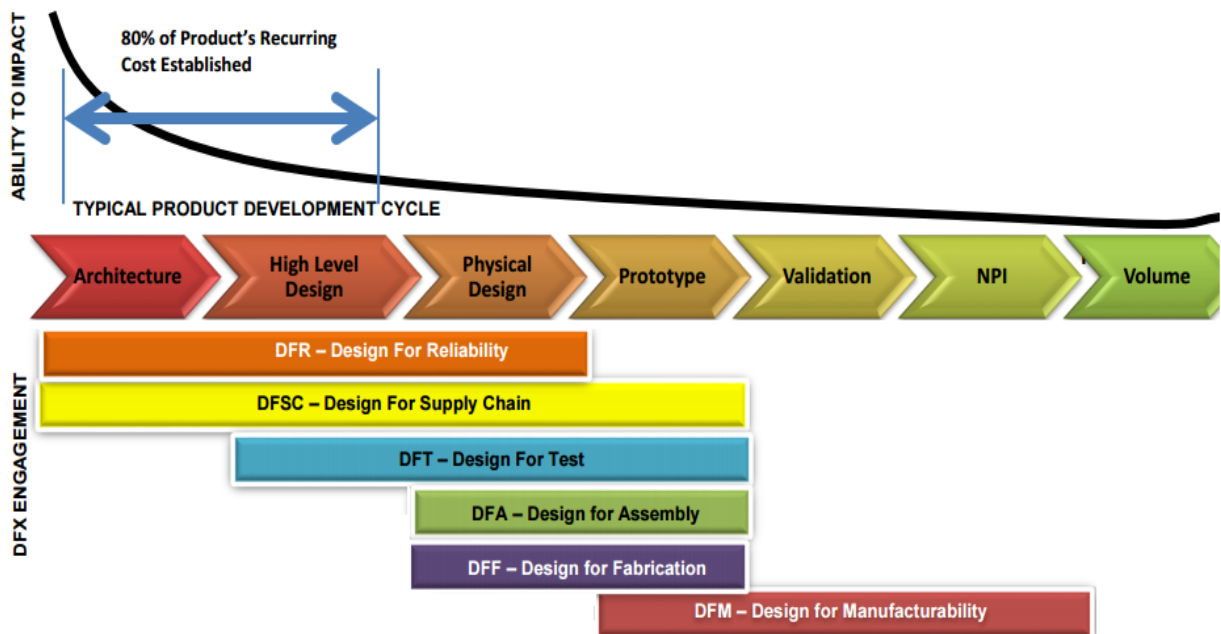
O Dfx também é praticado para produtos previamente lançados no mercado, portanto podemos concluir que o mesmo pode ser usado como um programa de melhoria contínua de uma organização com o objetivo de diminuir o tempo de desenvolvimento dos produtos, custo do produto e ciclo de fabricação, enquanto aumenta a qualidade do produto, confiabilidade e, a satisfação do cliente (LOTZ, CHRISTOPHER, 2014).

O Dfx diminuirá significativamente o ciclo de tempo geral desde o conceito de *design* até o cliente entrega, que é um fator crítico de sucesso.

*Design for excellence* permite também implementar uma abordagem de *Lean Manufactory* mantendo um custo mais baixo ao mesmo tempo que uma qualidade elevada.

O exemplo de um ciclo de melhoria continua que está vinculado ao Dfx pode ser verificado na figura 02.

Figura 02 – Ciclo Dfx, impacto no produto.



Fonte: *SMTC Corporation* – 2014.

## 2.2 Lean Manufacturing

Ao longo das últimas décadas, organizações de praticamente todos os setores têm usado *Lean* como meio fundamental para transformar realidades gerenciais, potencializar resultados e melhor aproveitar o potencial humano (*LEAN, INSTITUTE* 2011).

O interesse é crescente, novas técnicas e experiências continuam a ser desenvolvidas e compartilhadas e isso tem permitido que o aprendizado seja cada vez mais rápido e efetivo.

Trata-se de um corpo de conhecimento cuja essência é a capacidade de eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática. Com isso, o *Lean* proporciona uma série de benefícios para as empresas que o praticam.

Segundo Womack, J.P. e Jones, D.T (1996), o *Lean Thinking* começa com a definição de valor para o cliente. Portanto, como um processo de fabricação é um veículo para entregar um valor ou um produto a um cliente, os princípios de pensamento *Lean* devem ser aplicáveis às indústrias e os processos de fabricação específicos dentro dessa indústria.

Podemos remover o desperdício nas muitas etapas de fabricação, de como desenvolvemos o produto inicial e na concepção de processos. No entanto, para ser verdadeiramente enxuta temos de ligar todos estes elementos a uma cadeia de suprimentos robusta, precisamos garantir o fluxo de valor, isso leva ao que muitos estão chamando de uma empresa enxuta (WOMACK, J.P. e JONES, D.T, 1996).

Os desperdícios são caracterizados em 7 tipos básicos: retrabalho, espera, movimentação, transporte, estoque, superprocessamento e superprodução. A essa lista, pode-se adicionar um oitavo desperdício, que cada vez mais deve merecer nossa atenção, o desperdício de conhecimento/talento humano.

Figura 03 – Exemplos dos 7 tipos de desperdícios.



Fonte: *Lean Institute* Brasil - 2018.

### 2.2.1 Fluxo de valor

Segundo Rother M. e Shook J. (2008), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor.

O que queremos dizer por mapeamento do fluxo de valor é simples: siga a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação.

Em resumo, as atividades que agregam valor, transformam matérias primas e informações em peças ou produtos que o cliente precisa. E aquelas que não agregam, apenas consomem recursos, mas não contribuem diretamente para o produto.

### 2.3 Total Cost Ownership (TCO)

Após analisar os princípios do Dfx, sua aplicação, benefícios e entender que a utilização dessa ferramenta da qualidade impacta em vários micro processos dentro de uma empresa, é necessário calcular o real ganho com a nova estrutura. Para isso, será utilizado o TCO.

O custo total de propriedade (TCO) é um conceito que examina todos os custos relacionados à aquisição, transporte e armazenamento de produtos dentro da cadeia de suprimentos.

Figura 04 – Adaptado para o idioma Português, Custo total de operação.



Fonte: *Business Cost* - 2015.

Métodos tradicionais de cálculo de custos, normalmente perdem entre 20-40% dos custos reais de aquisição. Estes métodos apenas levam em conta o preço pelo qual o fornecedor está disposto a vender o item (TOMLINSON, Roger, 2015).

Ele geralmente inclui os custos de fabricação do fornecedor, custos indiretos e lucro, mas pode ou não incluir fatores como seus custos de transporte e muitos outros custos associados para levar o produto para seu destino como:

- a) Custos de remessa: os custos e complexidade do transporte internacional tendem a aumentar com a distância. Há um custo potencial para cada requisito de transferência, inspeção, armazenamento e documentação associados a cada modalidade e país envolvido. Uma empresa importadora de bens deve cumprir uma série de requisitos do governo, bem como as regulamentações de exportação do país de origem;
- b) Custos de Qualidade: as questões de custo de qualidade resultam de um maior tempo de viagem e de supervisão para controlar, mitigar ou resolver os problemas de qualidade dos fornecedores. Problemas de baixa qualidade podem resultar em inspeção aumentada, clientes infelizes, retornos e escassez de produtos, e possível responsabilidade legal;
- c) Supervisão de Fornecedores: Funcionários podem supervisionar o design, a produção ou o transporte ou resolver problemas imprevistos como interrupções na cadeia de suprimentos ou erros de produção;
- d) Termos de pagamento: As condições de pagamento podem ser importantes para a sua escolha de fontes. Ter que comprar uma carta de crédito ou pagamento antecipado requer financiamento e outros custos antes da disponibilidade do produto para venda, como impostos, prêmios de caução, taxas de despachantes aduaneiros e despesas de armazenamento.

## **2.4 Impacto do custo de embalagem na compra de SKD**

Em muito casos, o custo de embalagem é um dos principais fatores que impactam no valor agregado do produto, no processo de compra SKD, principalmente quando esse processo envolve a compra de peças com dimensional muito pequeno e com o processo de fabricação relativamente simples.

Sendo assim, é interessante analisar como este custo de embalagem pode ser calculado afim de minimizar os gastos e aumentar a margem de lucro do produto.

### **2.4.1 Projeto de embalagem**

Segundo Rosenfeld et al. (2006, p. 377), no projeto de embalagens é essencial observar e realizar as seguintes tarefas:

- a) Avaliar a distribuição do produto, ou seja, como será realizado o transporte, entrega e quais cuidados são necessários na distribuição para garantir a integridade do produto. Assim, é essencial definir a finalidade da embalagem, ou seja, se é embalagem de consumo,



expositora, distribuição física, transporte e exportação, industrial ou de movimentação, e de armazenagem. Após classificar a embalagem serão definidos e analisados quais os tipos de movimentação necessária, sua utilidade, se será retornável ou não;

- b) Definir as formas e as sinalizações das embalagens do produto, isto é, onde será analisado as funções e características da embalagem. Nesta etapa verificar-se-á se a embalagem será de proteção, contenção, comunicação e interação com outros materiais e ambientes. Após tal definição, será analisadas características como materiais de fabricação e resistência, apresentação e preço, os quais são requisitos importantes para as próximas tarefas;
- c) Identificação dos elementos críticos do produto em relação à embalagem. Cita-se alguns elementos críticos como parte móveis, restrições de posição etc. Nesta etapa com o desenvolvimento contínuo e desenhos, criam-se dados para completar o projeto de uma embalagem, bem como seu processo de fabricação;
- d) Após identificar os elementos críticos do produto na embalagem, é necessário a adequação destes ao produto e normas, onde é realizado o projeto e processo de embalagem e se busca atender os requisitos levantados;
- e) Desenvolvimento do projeto da embalagem depende de sua complexidade, envolvendo a criação, desenhos, especificação, configuração e processo de fabricação;
- f) Planejar processo de embalagem, foi levantado o modelo de referência deste livro como um recurso para desenvolvimento de embalagens.

#### 2.4.2 Custo de embalagem

Ao se falar de custos, sempre surge um sinal de alerta e preocupação, ainda mais ao se falar de embalagens, pois, afinal, a empresa sempre buscará maximizar sua lucratividade em seus produtos. Envolvendo embalagens, há vários tipos de custos a observar, (i) custos do projeto; (ii) custos dos itens componentes da embalagem e (iii) custos do processo (CARVALHO, 2008).

Porém, os três itens acima citados são os mais evidentes e estão diretamente ligados ao projeto e elaboração da embalagem.

Segundo Carvalho (2008), existem também os custos da distribuição e venda, que não estão em destaque, além de não serem trabalhados adequadamente.

Há também os custos para a armazenagem, movimentação, unificação e transbordo de cargas. Muitas vezes não são considerados os requerimentos de quem irá armazenar, manusear e transportar o produto.

O custo dos itens componentes de uma embalagem, dependendo do produto, varia de 1 a 30% do custo total do produto. Sendo assim, é necessário eliminar toda e qualquer forma de desperdício para minimizar tais custos (CARVALHO, 2008).

### 3 METODOLOGIA

O t3pico aborda a estrutura33o do projeto com o levantamento dos dados a serem utilizados e a estrat33gia de redu33o de desperd33cio que ser33 aplicada no processo de compra SKD.

#### 3.1 Estrutura33o dos dados

Como primeira parte do projeto, foi necess33rio realizar um levantamento de dados base para estrutura33o da estrat33gia de redu33o de custo. Para isso, foi criado uma planilha com todos os itens comprados no kit SKD para dois modelos de barbeador, AT891 e AT610.

Quadro 01 – Dados base do Kit SKD.

Descri33o	Modelo	M33todo de embalagem (Dimens33o da caixa em cm)	Quantidade por caixa
Bracket assy	AT891	30 x 30 x 33	120
Bb display led thor version	AT610	30 x 30 x 33	120
Display LED thor version	AT891	30 x 30 x 33	120
Housing bb bra kit	AT891	30 x 30 x 33	60
Motor frame	AT610	16 x 23 x 26	240
Intermediate gear Arg Kits	AT610	16 x 23 x 26	240
Motor Frame FK 180 thor version	AT891	16 x 23 x 26	240
Interm Gear thorzuh version	AT891	16 x 23 x 26	240
Screw black	AT891	22 x 14 x 10	10000
Screw black	AT610	22 x 14 x 10	10000
Motor screw	AT891	22 x 14 x 10	10000
Motor screw taurus	AT610	22 x 14 x 10	10000
Intermediate spindle	AT610	24 x 22 x 12	10000
Intermediate spindle	AT891	24 x 22 x 12	10000
Hair Chamber assylion 1	AT610	30 x 30 x 33	120
Bracket lion version	AT610	30 x 30 x 33	120
Holder assy	AT610	40 x 30 x 24.3	960
Hairchamber assy	AT891	30 x 30 x 33	450

Holder Assy HQ57-8 thorzhuh	AT891	40 x 30 x 24.3	960
Front grip 2led rt pattern blac bra kit	AT891	30 x 30 x 33	320

Fonte: O Autor.

Por se tratar de peças relativamente pequenas que possivelmente tinham o custo total muito vinculado a forma de embalagem e os materiais utilizados, conforme foi explicado no tópico 2.4, a segunda parte do projeto foi investigar quais as formas de embalagem dos itens descrito acima e verificar qual o fabricante da peça, uma vez que o kit completo era entregue por um fornecedor Tier 1.

Como resultado dessa verificação, foi constatado que dos 20 itens que compunham o kit, apenas 10 deles eram fabricados no fornecedor Tier 1, sendo os demais comprados por esse fornecedor e revendido ao cliente, segue no quadro abaixo.

Quadro 02 – Itens comprados pelo fornecedor Tier 1.

<b>Descrição</b>	<b>Modelo</b>
Screw black	AT891
Screw black	AT610
Motor screw	AT891
Motor screw taurus	AT610
Intermediate spindle	AT610
Intermediate spindle	AT891
Holder assy	AT610
Hairchamber assy	AT891
Holder Assy HQ57-8 thorzhuh	AT891
Front grip 2led rt pattern blac bra kit	AT891

Fonte: O Autor.

Nos itens fabricados pelo fornecedor Tier 1, sendo eles em sua maioria peças plásticas injetadas, foi realizado um trabalho para detalhar a forma de embalagem que estava sendo utilizada afim de identificar oportunidade de melhoria na mesma, visto que conforme estudado, o custo final de uma peça relativamente pequena pode ser muito impactada pelo custo da embalagem.

Além disso, como a maioria das peças são injetadas em grande escala, o custo da peça normalmente será pequeno devido a pouca utilização de matéria-prima plástica. Segue detalhamento das informações recolhidas.

Figura 05 – Embalagem Bracket Assy.



Fonte: O Autor.

No Bracket assy, por se tratar de uma peça em que a estética era indispensável por ser uma peça externa, foi identificado que era utilizado sacos plásticos individuais para as peças e que a caixa também era envolta por um saco plástico de polietileno para proteger toda a estrutura.

Figura 06 – Embalagem BB Display.



Fonte: O Autor.

No BB display, a caixa continha divisórias para separar os itens individualmente, além de um saco plástico envolvendo todas as divisões. Por ser um item que ficava internamente no aparelho, não existia a necessidade da utilização de sacos individuais, porém o risco do contato entre as peças arranha-las ainda estava presente.

Figura 07 – Embalagem Housing BB.



Fonte: O Autor.

No Housing BB, não foi utilizado nenhum saco plástico individual, porém as divisórias ainda estavam presentes afim de eliminar o restante dos possíveis atritos na peça devido a movimentação durante o transporte.

Figura 08 – Embalagem Hair Chamber Assy.



Fonte: O Autor.

No Hair Chamber, novamente foi utilizado o saco de polietileno (PE) individual afim de evitar os riscos na peça pelo transporte e toda a movimentação interna na caixa.

### 3.2 Propostas de alteração

Após ter uma visão detalhada desse processo de compra SKD, os itens foram separados em dois grupos diferentes afim de maximizar os resultados de redução de custo e desperdício.

A proposta número 1, envolvendo os itens que não são fabricados pelo atual fornecedor, foi realizar a compra diretamente com os fabricantes, eliminando todos os gastos envolvidos na triangulação desses itens que precisavam ser transportados do fabricante para o

fornecedor e posteriormente para o cliente, além do acréscimo da margem de lucro inputada pelo fornecedor no preço dos itens.

A proposta número 2, envolvendo os itens fabricados pelo fornecedor, foi modificar o método de embalagem para melhor aproveitamento das caixas, sacos plásticos e divisórias que compunham a embalagem conforme descrito no Quadro 03.

Quadro 03 – Proposta de otimização das caixas.

<b>Descrição</b>	<b>Modelo</b>	<b>De (Peças por caixa)</b>	<b>Para (Peças por caixa)</b>	<b>Método de embalagem (Dimensão da caixa em cm)</b>
Bracket assy	AT891	120	480	30 x 30 x 33
Bb display led thor version	AT610	120	240	30 x 30 x 33
BB Display LED thor version	AT891	120	240	30 x 30 x 33
Housing bb bra kit	AT891	60	80	30 x 30 x 33
Motor frame	AT610	240	480	16 x 23 x 26
Intermediate gear Arg Kits	AT610	240	480	16 x 23 x 26
Motor Frame FK 180 thor version	AT891	240	480	16 x 23 x 26
Interm Gear thorzuh version	AT891	240	480	16 x 23 x 26
Hair Chamber assylion 1	AT610	120	160	30 x 30 x 33
Bracket lion version	AT610	120	240	30 x 30 x 33

Fonte: O Autor.

No Bracket assy, foram eliminados todos os sacos plásticos individuais e os itens foram posicionados um ao lado do outro com uma divisão de folha de PE entre as camadas, aumentando o número de itens colocados por caixa em 300%.

Figura 09 – Novo modelo embalagem Bracket Assy.



Fonte: O Autor.

Nos 2 códigos de BB Display, as divisórias individuais foram retiradas, bem como o saco plástico que amarrava toda a estrutura. Além disso, foi adicionado uma camada de papelão entre as camadas de produtos conforme mostra figuras abaixo.

Figura 10 – Novo modelo embalagem do BB Display.



Fonte: O Autor.



Figura 11 – Novo modelo embalagem do BB Display.



Fonte: O Autor.

Nos 2 códigos do Housing BB, as divisórias individuais foram retiradas e os itens foram acomodados um ao lado do outro em camadas com 18 itens, conforme indicado na figura abaixo.

Figura 12 – Nova embalagem Housing BB.



Fonte: O Autor.

No Hair Chamber Assy, todos os sacos individuais foram retirados e os itens passaram a ser acomodados em camadas que continham um divisória entre elas para evitar as marcas nas peças durante o transporte.

Figura 13 – Nova embalagem Hair Chamber assy.



Fonte: O Autor.

Os demais itens, por serem muito pequenos, foram adicionados em uma única caixa com o dimensional similar as outras, afim de eliminar custos com embalagens adicionais e diminuir o número de caixas por embarque, que por sua vez já estava sendo menor devido a inclusão de um maior número de itens nas caixas apresentadas acima.

Para finalizar o processo e implementar as novas melhorias, referente a proposta 2, foi necessário a realização de alguns testes.

### 3.3 Testes

Conforme mencionado em tópico anterior, foi necessário a realização de testes de vibração e queda para validação da nova condição de embalagem, principalmente pois a mesma iria ser transportada por longas distâncias e durante um grande período de tempo.

#### 3.3.1 Teste de transporte

O objetivo do teste de transporte, que envolve o teste de vibração e queda, foi verificar as condições físicas e estéticas das peças após a finalização do mesmo. O teste foi realizado em um equipamento de ressonância, figura 14, sob os parâmetros descritos no ANEXO 1.

Figure 14 – Equipamento de Ressonância



Fonte: O Autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a metodologia aplicada, foi possível obter resultados positivos em ambas as propostas enumeradas no tópico anterior, reduzindo mais de 20% de custo direto na aquisição das peças conforme detalhado nos tópicos posteriores.

Além disso, alguns custos indiretos foram reduzidos como consequência de todo o projeto. Um bom exemplo está nos custos de importação dessas peças, anteriormente como todo o Kit era comprado em um fornecedor, existia uma negociação para fechar um container de 40' em um determinado custo pré estabelecido.

Posteriormente a implementação do projeto, o custo de importação passou a ser calculado baseado na metragem que era ocupada, pois não era mais necessário o aluguel do container fechado, resultando em um menor custo de importação.

### 4.1 Parte 1

Em geral, os itens referente a proposta número 1, que foram cotados pelos respectivos fabricantes, tiveram uma redução de custo variando aproximadamente 25%. Essa redução está principalmente ligada a eliminação de um fornecedor intermediário no processo de compras que acrescentava ao preço todos os custos logísticos e de embalagem, além da própria margem que era cobrada pelo fornecedor.

Além disso, como a negociação foi feita diretamente com o fabricante, pode-se negociar melhores condições comerciais que beneficiam outros aspectos para a empresa, como por exemplo a diminuição do lote mínimo e o aumento da condição de pagamento.

Com a diminuição do lote mínimo de compra, foi possível implementar os princípios do *Just in time*, ferramenta da qualidade que visa diminuir o estoque parado na fábrica, pois o mesmo tem um custo para a empresa. Como as importações poderiam ser em menor escala, a carga chegava mais rapidamente na empresa e era consumida de imediato, evitando o acúmulo de estoque.

### 4.2 Parte 2

Todos os testes propostos foram realizados e o resultado foi positivo na avaliação estética e funcional, sendo a primeira a maior preocupação no início do projeto devido muitas

das peças serem usadas na parte exterior do equipamento, portanto não poderiam ser danificadas.

De um modo geral as modificações resultaram em uma redução de custo de aproximadamente 20%, além das melhorias no processo durante a montagem dos aparelhos devido a redução de caixas, eliminação de sacos plásticos individuais e divisórias.

Na situação anterior, todos esses sacos, divisórias e caixas eram retiradas por um funcionário da empresa antes da alimentação da linha, o que aumentava uma pessoa no processo com uma operação que não agregava valor.

No novo cenário, as caixas já eram compradas prontas para ser colocadas no *flow rack* da linha, portanto este funcionário pode ser deslocado para outra operação que agregava valor para a operação.

## CONCLUSÕES

Com a utilização da metodologia proposta, foi possível mapear, em um nível macro e micro, o processo de compra SKD afim de identificar as oportunidades de redução de desperdício ao longo de toda a cadeia e promover melhorias para eliminar ou reduzir as operações que não agregam valor ao cliente.

As melhorias implementadas impactaram em um menor custo direto do item, menor custo de logística pela importação de um volume inferior de caixas e pallets, na otimização da linha de produção na fábrica pelo menor tempo gasto com o preparo do material, como a retirada de saco plástico individual e um menor tempo de alimentação da linha devido a maior quantidade peças por caixa.

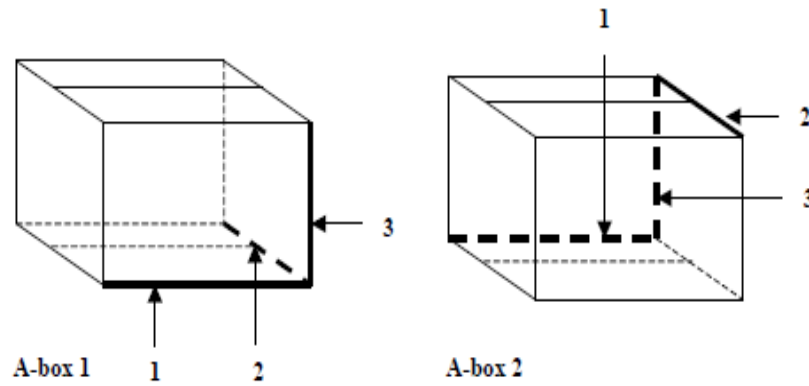
Com isso, podemos concluir que o processo de Dfx é uma ferramenta da qualidade muito indicada no suporte a redução do custo total da propriedade *Total Cost Ownership* através da melhoria de diferentes aspectos do processo.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, Fernando. **Plano de Melhoria Contínua: Kaizen – Um estudo de caso.** Disponível em: <[http://www.emc.ufsc.br/controlar/arquivos/estagio/geral/arquivo\\_343-Fernando\\_Cechinel\\_de\\_Campos.pdf](http://www.emc.ufsc.br/controlar/arquivos/estagio/geral/arquivo_343-Fernando_Cechinel_de_Campos.pdf)>. Acesso em: 27 Jun. 2018.
- CARVALHO, M. A. **Engenharia de embalagens: uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagem.** São Paulo, SP: Novatec Editora, 2008. 288 p.
- CARVALHO, MARLY MONTEIRO; PALADINI, EDSON PACHECO. **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Campus, 2006. cap. 3.
- COOPER, Robert G.; KLEINSCHMIDT, Elko J. **Winning Businesses in New-Product Development: The Critical Success Factors.** *Research Technology Management*, 2007.
- LEAN - LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/>>. Acesso em: 20 Set. 2018.
- MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade.** Porto Alegre: SEBRAE, 2003.
- MELTON, Trish. The benefits of lean manufacturing. In: WORLD CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING, 7, 2005, Chester, UK. **Chemical Engineering Research and Design**, England: IChemE. Jun/2005, p. 662-673.
- MORRISON, Brian. **Driving product optimization through early stage supplier engagement.** [S.l]: SMTC Coporation, 2015. 42f.
- ROTHER, M. and SHOOK, J..**Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda.** 1. ed. The Lean Enterprise Institute. 1999. 122p.
- ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar.** 2. ed. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2012. 127p.
- SALGADO, E. G, et al. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** Revista Gestão e Produção, São Carlos, v.16, n. 3. 2009. p. 344 – 356.
- TOMLINSON, Roger. **The true cost of business:** understanding purchase price variance and total cost of ownership. 2015. Disponível em <<http://blog.mmtc.org/2015/04/the-true-cost-of-business-understanding.html>>. Acesso em: 15 Jul. 2018.
- VIEIRA, Vanessa. **Gestão Enxuta.** Disponível em:<<https://exame.abril.com.br/carreira/gestao-enxuta/>> Acesso em: 20 Set. 2018.
- WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: Uma introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- WOMACK, J.P. and JONES, D.T..**Lean Thinking:** Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 1 ed. New York: Simon & Schuster. 1996.163p.

### ANEXO 1 - Parâmetros para o teste

Subject the boxes at an angle of 45° at several directions to the following vibrations:



Frequency course, 1 cycle	10-15 Hz	acceleration 1.05 G
	15-25 Hz	amplitude 2.2 mm
	25-35 Hz	acceleration 3 G
	35-25 Hz	acceleration 3 G
	25-15 Hz	amplitude 2.2 mm
	15-10 Hz	acceleration 1.05 G
	10-15 Hz	acceleration 1.05 G
	15-25 Hz	amplitude 2.2 mm
	25-35 Hz	acceleration 3 G
	35-25 Hz	acceleration 3 G
	25-15 Hz	amplitude 2.2 mm
	15-10 Hz	acceleration 1.05 G
	10-15 Hz	acceleration 1.05 G
	15-25 Hz	amplitude 2.2 mm
	25-35 Hz	acceleration 3 G
	35-25 Hz	acceleration 3 G
	25-15 Hz	amplitude 2.2 mm
	15-10 Hz	acceleration 1.05 G
	(1 cycle takes 3x 7 = 21 minutes)	
Frequency sweep speed	0.5 octaves per minute.	
Direction of vibration	1 cycle on 3 directions (3 ribs) of the object	
Total time	3 x 21 minutes	