

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FABIANA BONACINA

**DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO
EM DESENVOLVIMENTO BASEADO NO CUSTO DE FABRICAÇÃO
DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

MARÍLIA
2016

FABIANA BONACINA

DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO EM
DESENVOLVIMENTO BASEADO NO CUSTO DE FABRICAÇÃO DE UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Mc. Rodrigo Fabiano Ravazi

MARÍLIA

2016

Bonacina, Fabiana

Definição do processo de fabricação de um produto em desenvolvimento baseado no custo de fabricação de uma indústria metalúrgica/ Fabiana Bonacina; orientador: Rodrigo Fabiano Ravazi. Marília, SP: [s.n.], 2016.

59 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

1. Produto 2. Processo 3. Custo

CDD: 658.56



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípedes de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

Fabiana Bonacina - 52012-8

TÍTULO "Definição do Processo de Fabricação de um Produto em
Desenvolvimento Baseado no Custo de Fabricação de uma Indústria
Metalúrgica. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia
de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Nota: 10,0

ORIENTADOR: 
Rodrigo Fabiano Ravazi

1° EXAMINADOR: 
Julianna Marega Marques

2° EXAMINADOR: 
Danilo Correa Silva

Marília, 29 de novembro de 2016

À Deus que me deu a vida, as oportunidades e a força que me sustenta;

Aos amigos pelos cinco anos de convívio e amizade;

À minha família, pelo apoio e paciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por todas as graças recebidas durante esses cinco anos. Pelas pessoas que Ele colocou em minha vida e que me ajudaram a chegar até aqui. Pessoas que com muita paciência e carinho, colaboraram em minha jornada, que nem sempre foi fácil. Começando pela minha querida família, que em todos os momentos se fez presente, especialmente aos meus pais Geraldo Bonacina e Ana Luzia Maranhão Bonacina e minhas irmãs Monique Bonacina e Valquiria Bonacina Sichelschmidt, que serviram de base para o meu alicerce e me ensinaram coisas que não se aprende em uma faculdade. Ao meu amigo e namorado Bruno Araujo Guilhem, pelo incentivo, apoio e paciência. Aos meus colegas de trabalho, por terem desenvolvido a ideia inicial deste estudo comigo e por terem contribuído com muito trabalho para que eu pudesse permanecer na faculdade. Ao meu querido professor e orientador Rodrigo Fabiano Ravazi, que durante todo o ano, com muita atenção e paciência, se dedicou a me ajudar a desenvolver este trabalho. A todos os professores do curso de Engenharia de Produção do Univem, por todo conhecimento e crescimento que me proporcionaram. Aos meus amigos e companheiros de turma, que não mediram esforços para me ajudar nas vezes que precisei. E agradeço por todas as manifestações de carinho e apreço, recebidas de todos os colegas da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”.

“Não se esqueçam disto, amados irmãos: para o Senhor, um dia é como mil anos e mil anos como um dia”. (II Pedro 3:8)

BONACINA, Fabiana. **Definição do processo de fabricação de um produto em desenvolvimento baseado no custo de fabricação de uma indústria metalúrgica**. 2016. 59 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

O desenvolvimento de produtos tornou-se um processo essencial para garantir a competitividade das empresas. Com os avanços tecnológicos, o aumento da concorrência, diminuição do ciclo de vida dos produtos, entre outros fatores, exigem que as empresas tenham um processo de desenvolvimento de produtos cada vez mais eficiente. O processo abrange algumas fases e a que será abordada com ênfase neste trabalho, será a fase de projetar processo. Durante essa fase, uma das etapas fundamentais é definir se os itens que compõem o produto serão comprados ou fabricados e no que se refere aos itens fabricados, definir qual será o processo de fabricação. O presente trabalho propõe definir o processo de fabricação de um produto em desenvolvimento, baseando-se nos custos de fabricação. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do ramo metalúrgico que exerce o Processo de Desenvolvimento de Produto. Com as análises feitas para definição do processo do produto ainda em desenvolvimento, foi possível planejar uma redução de mais de 23% no custo de fabricação.

Palavras-chave: Produto. Processo. Custos.

BONACINA, Fabiana. **Definition of the manufacturing process of a developing product based on manufacturing cost of a metallurgical industry.** 2016. 59 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

The development of products has become an essential process to ensure the competitiveness of companies. With the technological advances, increasing competition, reducing the life cycle of products, among other factors, require that companies have a product development process ever more effective. The process covers some phases and which will be discussed with emphasis in this work, will be the stage of design process. During this phase, one of the fundamental steps is to define if the items that compose the product will be purchased or manufactured and as regards the manufactured items, define what will be the manufacturing process. The present study proposes to define the process of a product in development based on manufacturing costs. For that, a case study was carried out on a metallurgical company that exercises the Product Development Process. With the analyzes made for definition of the process of product still under development, it was possible to predict a reduction of more than 23% of the cost of manufacture.

Keywords: Product. Process. Costs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Nível de representação do Modelo de Referência	18
Figura 2: Exemplo de Estrutura de Produto	22
Figura 3: Fluxo do processo	23
Figura 4: Serra de fita horizontal.....	25
Figura 5: Máquina de corte a laser de chapas.....	26
Figura 6: Máquina de corte a laser de tubos.....	26
Figura 7: Máquina de solda MIG/MAG	28
Figura 8: Torno convencional.....	29
Figura 9: Torno a CNC.....	29
Figura 10: Fresadora universal	32
Figura 11: Centro de usinagem horizontal	32
Figura 12: Furadeira manual.....	33
Figura 13: Furadeira Rosqueadeira sensível	34
Figura 14: Prensa hidráulica.....	35
Figura 15: Vantagens e desvantagens da pintura em pó.....	37
Figura 16: Rendimento de pinturas	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos/minuto dos setores da empresa	42
Tabela 2: Etapas para o desenvolvimento do estudo de caso	43
Tabela 3: Estrutura do Produto.....	44
Tabela 4: Planilha do Processo 1	49
Tabela 5: Planilha do Processo 2.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOM: Bill of materials

CAD: Desenho Auxiliado por Computador

CAE: Engenharia Auxiliada por Computador

CAM: Manufatura Auxiliada por Computador

CAPP: Planejamento de Processo Auxiliado por Computador

CNC: Comando Numérico Computadorizado

DFMA: Projeto para Manufatura e Montagem

FMEA: Método de Causa e Efeito de Falha

MAG: Metal Active Gas

MLC: Mapa de Localização de Custos

MIG: Metal Inert Gas

PDP: Processo de Desenvolvimento de Produto

RPM: Rotações por minuto

TIG: Tungsten Inert Gas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Delimitação do Tema.....	14
1.2 Objetivo	14
1.3 Objetivos Específicos	15
1.4 Justificativa.....	15
1.5 Metodologia.....	15
1.6 Estrutura do Trabalho	16
2 REVISÃO TEÓRICA	17
2.1 Processo de Desenvolvimento de Produto	17
2.1.1 Conceber produto	18
2.1.2 Conceituar produto	18
2.1.3 Projetar produto e processo	19
2.1.4 Homologar produto	20
2.1.5 Homologar processo	20
2.1.6 Ensinar a empresa e iniciar a produção	21
2.2 Estrutura do produto	21
2.3 Processos de fabricação	23
2.3.1 Corte	24
2.3.2 Soldagem	27
2.3.3 Torneamento	28
2.3.4 Fresagem.....	30
2.3.5 Furação	33
2.3.6 Rosqueamento	35
2.3.7 Estampagem	35
2.3.8 Fundição	36
2.3.9 Pintura industrial	36
2.3.10 Linha de montagem	38

2.4 Custos industriais.....	39
3 ESTUDO DE CASO	41
3.1 O produto.....	41
3.2 A empresa.....	42
3.3 Desenvolvimento do estudo.....	43
3.3.1 Etapa 1 - Criação da Estrutura de Produto	43
3.3.2 Etapa 2 - Decisão do “Make or Buy”	46
3.3.3 Etapa 3 - Levantamento dos possíveis processos de fabricação.....	47
3.3.4 Etapa 4 - Levantamento dos tempos.....	47
3.3.5 Etapa 5 - Levantamento dos custos	48
3.3.6 Etapa 6 - Análise dos resultados.....	51
3.3.7 Etapa 7 - Definição do processo	51
4 RESULTADOS	52
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) se tornou de fundamental importância dentro das indústrias manufatureiras. Por conta da globalização e do aumento da concorrência, as empresas precisam se garantir no mercado de trabalho e um processo de desenvolvimento de produtos eficaz, pode ser um dos fatores mais importantes para sua sobrevivência. Com isso, o sucesso na gestão do sistema de desenvolvimento de produto é essencial nos dias atuais.

Nas últimas décadas, tem-se observado movimentos de globalização econômico-financeira seguidos de globalização de produto e consumo. Essa transformação no cenário econômico tem gerado forte concorrência nunca antes vista entre organizações (CHENG & FILHO, 2007).

Desde 1990, era possível apontar organizações com muitos problemas de qualidade, custo elevado, fraco desempenho, falta de mercado para o produto desenvolvido e demora no lançamento do produto (CLARK; FUJIMOTO, 1991). Em decorrência disso, hoje existem empresas mais preocupadas com o processo de desenvolvimento de produtos, pois ele pode impactar em altos custos.

1.1 Delimitação do Tema

As empresas devem ter um processo de desenvolvimento de produto com as etapas e atividades bem definidas. Este trabalho traz um modelo de referência criado por Rozenfeld *et al.* (2006). Neste modelo, está especificado diversas etapas do processo de desenvolvimento de produtos. Entre essas etapas, podemos destacar a de Projetar Processo. Essa etapa engloba algumas ações que devem ser tomadas para projetar um processo.

O presente trabalho, preocupou-se em estudar nessa fase, principalmente os processos de fabricação, que levariam ao menor custo de fabricação dentro da empresa, fazendo um comparativo de custos e tempos dos processos. Pois, o custo da fabricação de um produto, impacta diretamente no preço do produto e, conseqüentemente no lucro da empresa.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é definir o processo de fabricação de um produto em desenvolvimento, baseado no custo de fabricação de uma indústria metalúrgica, na cidade de Pompéia-SP.

1.3 Objetivos Específicos

Para que o objetivo deste trabalho seja alcançado, foram levantados os seguintes objetivos específicos:

- Criar a Estrutura de produto do protótipo;
- Definir o *Make or Buy*;
- Levantar os possíveis processos para as peças que serão fabricadas;
- Comparar custos de processos manuais e processos automatizados, tendo como base o tempo de fabricação;

1.4 Justificativa

Embora as empresas possuam outras razões para exercerem seus serviços, o maior objetivo é a obtenção do lucro. Ter um desenvolvimento de produto eficaz é um dos fatores que podem ajudar a maximizar os lucros.

Segundo Ulrich e Eppinger (1995), existem cinco dimensões relacionadas ao lucro para avaliar o desempenho do desenvolvimento de produto: custo do produto, tempo de desenvolvimento, custo do desenvolvimento, qualidade do produto e o aprendizado do desenvolvimento.

Assim, se um estudo dos processos for desenvolvido, fazer um estudo dos tempos de fabricação, comparar e analisar os custos de fabricação do produto em sua fase de desenvolvimento, pode-se chegar em um processo mais econômico e conseqüentemente, aumentar o lucro.

1.5 Metodologia

O trabalho a ser realizado se baseia em pesquisa bibliográfica, artigos de periódicos científicos, teses e dissertações concluídas, artigos em congressos e em um estudo de caso.

GIL (1994), em relação a questão de procedimentos técnicos, classifica a pesquisa em:

- Pesquisa Bibliográfica
- Pesquisa Documental
- Pesquisa Experimental
- Levantamento
- Estudo de caso

- Pesquisa Ex-post-Facto
- Pesquisa-Ação
- Pesquisa Participante

Para FONSECA (2002), todo e qualquer trabalho científico, começa a partir da pesquisa bibliográfica. O autor ainda cita que a pesquisa bibliográfica “É feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”.

Segundo GIL (1994), o estudo de caso abrange um envolvimento mais cansativo e íntimo com o objeto estudado, chegando a um vasto e detalhado conhecimento.

Usado como estratégia de pesquisa, o estudo de caso irá compreender um método que abrange desde a lógica de planejamento, passando pelas técnicas de coleta de dados até a abordagem específica para a análise dos mesmos. Ou seja, o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa abrangente (YIN, 2005).

1.6 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos que serão subdivididos em outros tópicos.

No Capítulo 1 são apresentadas as informações básicas do trabalho. Este capítulo é composto por outros seis subtópicos como: introdução, delimitação do tema, objetivos, justificativa, metodologia e, por fim, a estrutura do trabalho. Nele, podemos ter uma visão ampla dos assuntos que serão tratados.

O Capítulo 2, trata sobre o referencial teórico que serviu de base para os estudos e também como comprovações dos estudos realizados. Ele é dividido em subtópicos que tratam detalhadamente sobre: o processo de desenvolvimento de produtos, explicando suas etapas e o que ocorre em cada uma delas; a Estrutura de produto, explicando sua importância e funcionalidade; os processos de fabricação, explicando vários tipos de processos, suas características, vantagens e desvantagens; e sobre os custos industriais.

O Capítulo 3, aborda especificamente e detalhadamente sobre o estudo de caso, onde é explicado desde o surgimento da ideia até os resultados alcançados, passando por todas as etapas do seu processo.

No Capítulo 4, são apresentados os resultados do trabalho e no Capítulo 5 as conclusões sobre o trabalho.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Processo de Desenvolvimento de Produto

Para Crawford (1997), o desenvolvimento de novos produtos é o exercício da estratégia, concepção do conceito, julgamento do plano de marketing e do produto e o destino da comercialização de uma oferta.

Complementando este conceito, para Clack e Fujimoto (1991), o desenvolvimento de novos produtos “É o processo, a partir do qual, informações sobre o mercado são transformadas em informações e bens necessários para a produção de um produto com fins comerciais”.

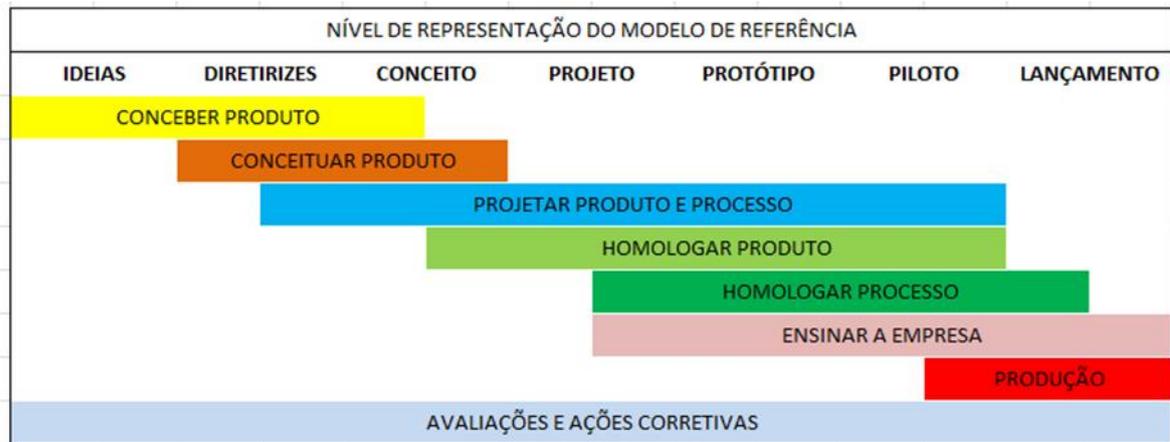
Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o desenvolvimento de produtos é o conjunto de tarefas que serão realizadas para atender uma necessidade do mercado que terá como resultado um produto e conseqüentemente seu processo, levando em consideração a realidade da empresa, sua capacidade tecnológica e de realização desse processo na manufatura.

Além disso, é necessário que o desenvolvimento de produto cuide das mudanças ao longo do processo e planeje a descontinuidade quando chegar ao fim do seu ciclo de vida (ROZENFELD *et al.*, 2006).

É possível encontrar diferentes metodologias de desenvolvimento de produtos, pertencendo à empresa identificar qual seria a melhor opção, levando em conta sua cultura e realidade, empregando assim, os seus próprios processos, que podem ser com pouca estruturação ou complexos, precisos e detalhados. Para Takahashi e Takahashi (2007), uma empresa pode desenvolver para diferentes tipos de projeto, um tipo de processo de desenvolvimento.

Rozenfeld *et al.* (2006), apresenta em seu livro, modelos de referência para o desenvolvimento das etapas do processo de desenvolvimento de produtos, que podem ser modificados conforme seu objetivo e necessidade. Na Figura 1, está representado o modelo de referência utilizado.

Figura 1: Nível de representação do Modelo de Referência



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

2.1.1 Conceber produto

Esta é a primeira fase do processo de desenvolvimento de produto, onde nascem as ideias e as informações das necessidades do mercado, opiniões de clientes e necessidades de melhorias. A Análise de Atratividade irá analisar os conceitos de análise de valor, estratégia competitiva da empresa e fatores mercadológicos para aprovação das propostas e definição das diretrizes do produto. Isso irá envolver os cálculos de custo, cálculo do retorno esperado, a data de lançamento, as especificações predeterminadas do produto, o acompanhamento do ciclo de vida do produto, a preparação do cronograma baseado no modelo de referência e o início da aplicação dos conceitos de gerenciamento de projetos que devem acompanhar todo o desenvolvimento (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.1.2 Conceituar produto

A etapa de conceituação do produto é destinada a completar as diretrizes da etapa anterior, focando o desempenho e características técnicas do produto. Deve envolver engenharia simultânea, conseqüentemente as atividades devem ser desempenhadas por um time multifuncional e envolver áreas como *marketing*, qualidade, processo e projeto, gerenciado pelo coordenador deste produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Todas as informações técnicas do projeto são arquivadas em sistemas de dados de engenharias para utilização nas fases subsequentes, evitando assim, a perda de tempo e de dados.

Depois de definidas as especificações técnicas, é criado o conceito do produto e sua respectiva estrutura. Essa estrutura do produto é chamada de *Bill of Materials* (BOM). O propósito da estrutura de produto é servir de base para as decisões do *Make or Buy* e fazer uma previsão de custos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Os diferentes conceitos especificados para o produto são avaliados, suas diretrizes detalhadas e validadas, servindo de base para que junto com a alta administração, tome-se a decisão se deve dar continuidade ao projeto, investindo ou não em mais recursos.

2.1.3 Projetar produto e processo

Nesta fase, o time multifuncional de áreas específicas, irá detalhar o produto. Serão utilizadas diversas ferramentas para auxiliar nas subfases desse processo como por exemplo a Estrutura e Identificação de Produtos, para informações de produtos semelhantes. Softwares de CAD (Desenho Auxiliado por Computador) e CAPP (Planejamento de Processo Auxiliado por Computador) para elaboração de desenhos e processos. A ferramenta de Projeto para Manufatura e Montagem (DFMA) e softwares de Engenharia Auxiliada por Computador (CAE) para cálculos e dimensionamentos das novas características. Softwares de CAM (Manufatura Auxiliada por Computador) e CAPP para dimensionamentos mais simples e automatização do detalhamento de um componente simples, iniciando pela geração do seu desenho até a composição do código (ROZENFELD *et al.*, 2006).

É nesta fase que ocorre a decisão do *Make or Buy*, a análise de cálculos e custos, a tomada de decisão sobre a fabricação, o volume de peças, os fornecedores e o preço.

Na prática, os setores de venda, com base nos preços de mercado e no lucro a ser obtido pela empresa, passam um valor específico para o setor de desenvolvimento de produto, em relação ao custo de fabricação que esse produto precisa atingir, chamado de *target*. É fundamental que o *target* seja respeitado. Se caso isso não acontecer, o produto está sujeito a passar por novas avaliações em seus processos ou até mesmo não ter continuidade no PDP.

Contudo, é feita a montagem eletrônica do conjunto final, verificando a cadeia dimensional para o aperfeiçoamento das especificações do detalhamento. Enquanto isso, pode ser iniciada a construção do protótipo, utilizando a ferramenta de prototipagem rápida com o intuito de otimizar o tempo, os custos e em alguns casos, podendo assumir o papel funcional das peças.

Nesta fase, deve-se ter como princípio a qualidade do trabalho das pessoas aos serviços. O time multifuncional deve estar ciente que as informações precisam estar alinhadas,

pois há tarefas dependentes uma das outras e o trabalho precisa ser paralelo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para isso, realizam-se reuniões para alinhamento de informações. Essas reuniões ficam mais constantes na fase final, pois é necessário analisar os potenciais de falhas no projeto e no processo. Para isso, utilizam-se ferramentas como FMEA (Método de Causa e Efeito de Falha) (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Ao final desta fase são desenvolvidos todos os detalhamentos do projeto, ou seja, análise do fluxo de processo, croquis de fabricação e de inspeção, lista de ferramental e procedimentos de qualidade.

2.1.4 Homologar produto

Nesta fase devem ser decididos um programa de testes do produto, um plano de processo do protótipo, um plano de controle para o protótipo, os itens a serem comprados para o protótipo e os serviços externos para a sua construção. Seguindo de tarefas de planejamento, fabricação e montagem do protótipo para realização de teste e avaliação sobre os resultados obtidos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

É nesta fase também, que se deve aplicar técnicas de projeto de experimentos, montando-se ao final um relatório dos testes realizados, conseguindo assim, fazer um levantamento das possíveis falhas no produto descobertas no FMEA de produto. No final, o produto é homologado e, por meio de reuniões de avaliação, é verificado se as diretrizes estão sendo cumpridas (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.1.5 Homologar processo

Com a homologação do produto, deve ser elaborado um cronograma interno para que seja possível a implantação do produto na manufatura. Nesse cronograma, é especificado os planos de montagem, os planos de controle e, utilizando índices de capacidade, é realizada a verificação da capacidade dos processos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

É possível então, com a finalização da produção piloto, levantar e avaliar as falhas de processo de fabricação e realizar ações para eliminá-las, fazendo uma comparação com as falhas previstas do FMEA de processo, medindo a eficácia das ações corretivas procedidas desta análise e fazendo um novo índice de risco (ROZENFELD *et al.*, 2006).

É feita uma reunião com toda equipe e o processo é homologado.

2.1.6 Ensinar a empresa e iniciar a produção

Esta fase é muito importante, pois é nela que todo o trabalho anterior será efetivado. Ensinar a empresa consiste no objetivo de passar todas as informações sobre o produto e o processo desenvolvido para todas as áreas envolvidas, buscando uma avaliação crítica e a melhoria contínua do processo de desenvolvimento de produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Isso irá envolver um conjunto de esforços como: a preparação de manuais de manutenção e de aplicação e catálogos para venda. É necessária a realização de palestras para funcionários das áreas de vendas, *marketing*, assistência técnica, planejamento e fabricação, com o intuito de expor os conceitos e as características do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Será essencial o apoio da área de sistema de informação para envolver todas as atividades, utilizando softwares de apoio e venda (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Com todas as atividades finalizadas, é necessário fazer uma reunião com todos os envolvidos no intuito de realizar uma avaliação crítica, troca de experiências geradas durante todo o processo, análise do cumprimento das diretrizes iniciais, identificação dos pontos críticos e elaborando uma lista com ações de melhorias. Por fim, deve se iniciar a produção (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.2 Estrutura do produto

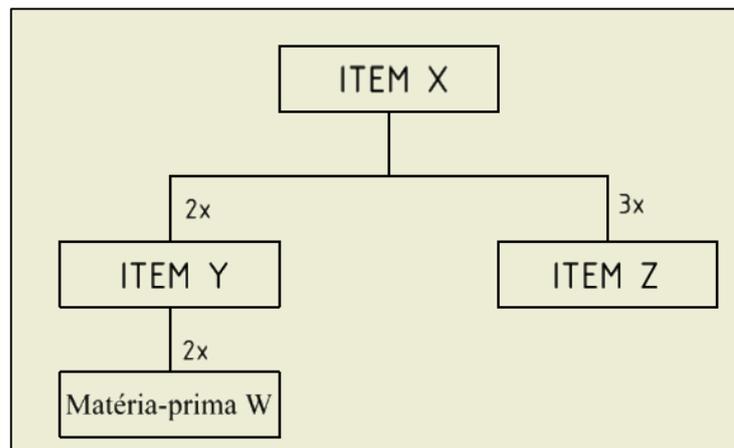
Segundo definiu a APICS (*American Production and Inventory Control Society*), em 1992, a estrutura de produto, também chamada de BOM (*Bill of materials*) é uma lista de todos os itens comprados, matérias-primas, componentes intermediários e submontagens que fazem parte da fabricação e/ou montagem de um produto, mostrando a quantidade necessária de cada item e suas relações de precedência.

Para GUESS (1985), é da estrutura de produto que saem as informações que vão compor uma base de dados integrada e um quadro geral para a definição total de produtos. Essas informações da estrutura de produto são compartilhadas e integradas por todas as partes da empresa (MARÇOLA, 1995).

RUSK (1990), afirma que o sucesso da empresa está diretamente relacionado com a maneira que a BOM é controlada e gerenciada. Daí, podemos perceber a importância da estrutura de produtos e a diferença que ela faz no desenvolvimento do produto.

Um simples exemplo de uma estrutura de produto é mostrado na Figura 2, onde o item X é composto por três unidades do item comprado Z e duas unidades do item Y, que consome em sua fabricação, duas unidades da matéria-prima W.

Figura 2: Exemplo de Estrutura de Produto



Fonte: O autor.

Basicamente, a BOM é construída pela relação pai/filho, onde cada um possui um número de identificação, que são chamados de *Part Number* (GUESS, 1985).

A APICS (1992), classifica os elementos da BOM como:

- Peça: item comprado ou fabricado que não é uma matéria-prima;
- Componente: seria o item filho, pode ser matéria-prima, peça, submontagem e embalagens;
- Item: seria o item pai, submontagem, montagem ou produto único fabricado ou comprado.

A BOM também pode possuir, além desses elementos, instruções de trabalho ou ferramentas solicitadas para suportar o processo de manufatura (CLEMENT *et al.*, 1992).

A BOM de nível simples é formada de uma relação pai/filho entre um item e um componente direto. Uma BOM formada com informações associadas desde as matérias-primas e itens comprados, é chamada de BOM multinível, que ocorre por uma técnica chamada explosão. Assim, a BOM fica constituída com dois ou mais níveis (SCHLUSSEL, 1995).

Quando a BOM for multinível, o nível zero será correspondente ao produto final, o nível 1 será correspondente aos componentes diretos, e assim sucessivamente.

Tendo que a Estrutura de Produto servirá de base para os sistemas integrados e que ela representa todos os itens dos produtos, é de extrema importância que as informações contidas nela sejam precisas. Assim, CLEMENT *et al.* (1992) destacam a importância da BOM ser completa e que a precisão das informações devem estar entre 98% e 100%.

Quanto mais níveis a BOM possuir, mais difícil se torna o monitoramento e eficácia das informações. GUESS (1985), diz que uma BOM que possui de 3 a 5 níveis e consegue satisfazer as necessidades de representação de um produto.

2.3 Processos de fabricação

Um processo é uma ordem específica de atividades composta de Entradas e Saídas bem definidas e identificadas, agregando valor nas Entradas para gerar em um produto para o cliente (DAVENPORT, 1994).

Leão (2014), trata as Entradas como sendo o primeiro item a ser inserido no processo de transformação, como por exemplo, uma matéria-prima ou produto que será transformado novamente. E as saídas como o produto final resultado do processo de fabricação.

Na Figura 3 é ilustrado o fluxo de um processo.

Figura 3: Fluxo do processo



Fonte: O autor.

Assim, a fabricação de uma peça consiste em transformar um material em bruto (estado inicial), em uma peça de formato desejado (estado final). Entre os tantos processos de fabricação, estão os processos de conformação, corte, união e tratamento térmico e superficial (SENAI, 2016).

A classificação desses processos é de acordo com a modificação da força de coesão. Essa força faz a união das partículas da estrutura interna dos materiais (SENAI, 2016).

Nos processos de conformação plástica, o material é deformado, mas sua força de coesão não é rompida. Já nos processos de corte, a força é rompida, fazendo parte do material se soltar, dando o formato desejado na peça (SENAI, 2016).

Classifica-se como processos de transformação plástica:

- Forjamento;
- Laminação;
- Repuxo;
- Dobra;
- Extrusão;
- Trefilação.

Classifica-se como processos de corte:

- Corte;
- Usinagem;
- Eletroerosão;
- Corte com maçarico.

Classifica-se como processos de união:

- Parafusamento;
- Rebitagem;
- Soldagem;
- Colagem.

Para escolher um processo de fabricação, deve-se levar em consideração alguns fatores como: formato da peça, exigências de uso, tipo de acabamento desejado, material que deve ser empregado e a quantidade de peças a serem produzidas (SENAI, 2016).

2.3.1 Corte

Quando se necessita cortar uma matéria-prima com comprimento maior que o desejado, é necessário utilizar algumas formas para cortar a parte sobressalente. Pode-se utilizar máquinas com alta tecnologia como máquinas a CNC (Comando Numérico Computadorizado) de corte a laser, corte plasma, corte térmico, corte a chama; ou mesmo utilizar máquinas mais simples como serras mecânicas. Tudo isso, vai depender do que se deseja do produto final, do tipo de material, da complexidade da tarefa e da quantidade de peças que se deseja produzir.

No caso das serras, podem-se utilizar serras rotativas, serras verticais e serras horizontais, para realizar cortes em peças de aço ou outros materiais (SENAI, 2016).

As serras manuais são, em geral, mais baratas, mas as máquinas a CNC, tem uma produtividade mais elevada. Pode-se ver na Figura 4, uma serra de fita horizontal.

Figura 4: Serra de fita horizontal



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

Redação Indústria Hoje (2016), relata como principais vantagens das máquinas de corte a laser:

- Alta exatidão;
- Qualidade superior da superfície cortada;
- Mínimos níveis de deformação, emissões de fumos e ruídos.
- Mínima Zona Termicamente Afetada;
- Sangria estreita, reduzindo perda de material;
- Velocidade de corte alta;
- Versatilidade ao processar uma imensa variedade de materiais;
- Sistema automatizado que possibilita o corte de figuras geométricas complexas.

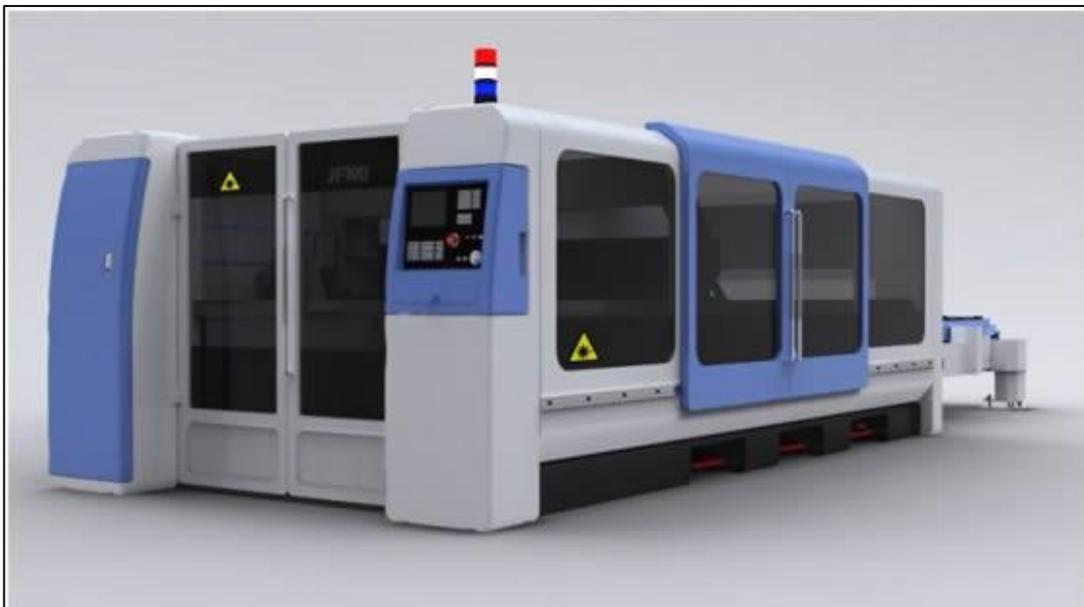
A Figura 5, mostra uma máquina de corte a laser de chapas e a Figura 6, uma máquina de corte a laser de tubos.

Figura 5: Máquina de corte a laser de chapas



Fonte: www.zltech.com.br (2016)

Figura 6: Máquina de corte a laser de tubos



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

2.3.2 Soldagem

Entre os processos de fabricação por junção como parafusamento e rebiteagem, está o processo de soldagem. Esse processo consiste na união permanente de duas ou mais peças metálicas, por meio de calor ou pressão. Pode-se ou não adicionar metal para a união. A obtenção de uma boa solda vai depender se o material soldado possui a propriedade de soldabilidade (SENAI, 2016).

O Departamento de Engenharia Metalurgia e de Materiais da UFMG (2016) cita como vantagens do processo de soldagem:

- As juntas possuem integridade e eficiência elevadas;
- Abrange grande variedade de processos;
- Aplica-se em diversos materiais;
- Pode ser realizada em operações manuais ou automáticas;
- É altamente portátil;
- Juntas com isenção de vazamentos;
- Possui custo razoável.

Mas como todo processo, o de soldagem também apresenta algumas desvantagens que são apresentadas pelo Departamento de Engenharia Metalurgia e de Materiais da UFMG (2016):

- As estruturas soldadas não podem ser desmontadas;
- Pode afetar a microestrutura e as propriedades das partes soldadas;
- Pode causar distorções e tensões residuais;
- Requer mão de obra qualificada;

Os principais processos de solda são: solda oxiacetilênica, solda a arco elétrico, soldagem a arco elétrico com proteção gasosa, que se divide em MIG/MAG (*Metal Inert Gas/Metal Active Gas*) e TIG (*Tungsten Inert Gas*), (SENAI, 2016).

No processo de soldagem a arco elétrico com proteção gasosa MIG/MAG, pode-se soldar todos os materiais com alta qualidade. O processo consiste em um eletrodo sendo automaticamente alimentado numa solda, com fluxo e velocidade controlados, enquanto um fluxo de um gás inerte envolve a região da solda, protegendo de contaminações pelo ar atmosférico. Na Figura 7, é ilustrada uma máquina elétrica que solda pelo processo MIG/MAG.

Figura 7: Máquina de solda MIG/MAG



Fonte: www.lojadomecanico.com.br (2016).

2.3.3 Torneamento

No processo de torneamento, será removido da periferia de um material bruto, o cavaco, obtendo-se uma superfície cilíndrica e acabada. A peça é presa em uma placa que gira em torno do eixo-árvore de uma máquina chamada Torno, com RPM (Rotação por minuto) programada. A retirada do cavaco é feita por uma ferramenta monocortante com velocidades e avanços programados e movimento linear (SENAI, 2016).

Os tornos podem ser convencionais, como mostrado na Figura 8 ou podem ser a CNC, como mostrado na Figura 9. Existem alguns tipos de tornos, cada um com suas características:

- Torno mecânico convencional: possui grande versatilidade, porém não é o indicado para peças em série, devido à demora na troca de ferramentas e quantidade de locais de ferramenta limitada;
- Torno revolver: caracteriza-se por possuir várias ferramentas já preparadas e dispostas para executar operações repetitivamente;
- Torno de placa ou platô: utilizado para peças com grande diâmetro;
- Torno vertical: possui eixo de rotação vertical. Utilizado para peças de grande dimensão e peso elevado;
- Torno copiador: este torno copia o contorno de uma peça através de mecanismos. É recomendado para alta produtividade;

- Torno CNC: são tornos automáticos, comandados por um computador que utiliza uma linguagem apropriada. São recomendados para produção de pequenos e médios lotes.

Figura 8: Torno convencional



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

Figura 9: Torno a CNC



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

Os tornos, sejam eles convencionais ou a CNC, possuem acessórios para auxiliar na execução das operações. Os mais comuns são:

- Ponto fixo;
- Ponto giratório;
- Placa universal;
- Placa de arraste;
- Placa de quatro castanhas;
- Luneta fixa;
- Luneta móvel;
- Mandril porta-pinça.

As ferramentas mais utilizadas para a operação de torneamento, são fabricadas de aço-carbono, aço-rápido, metal duro e cerâmica. Elas serão responsáveis pelo desempenho esperado e possuem suas próprias características físicas e propriedades mecânicas (SENAI, 2016).

O processo de torneamento envolve vários tipos de operação e para cada qual, suas respectivas ferramentas, para atingir o formato desejado. Pode-se utilizar ferramentas de torneamento externo, torneamento interno, ferramenta de sangrar (também chamada de bedame), ferramentas para roscar e ferramentas para furar (SENAI, 2016).

2.3.4 Fresagem

No processo de fresagem, o cavaco é removido através de uma ferramenta multicortante chamada fresa. Diferente do processo de torneamento, onde a peça gira e a ferramenta permanece estática, no processo de fresagem, a fresa gira em uma RPM determinada e a peça se desloca por uma trajetória (SENAI, 2016).

Os tipos de fresadoras são:

- Fresadora universal (Figura 10): possui grande versatilidade de operações. Essa máquina se movimenta em vários eixos e o seu cabeçote vertical pode ser inclinado;
- Fresadora horizontal: é uma máquina muito rígida. Suas operações são mais restritas em relação a fresadora universal. Utilizada em peças de grandes dimensões;
- Fresadora vertical: assim como a fresadora horizontal, este tipo de máquina também possui operações restritas. É utilizada em peças que possuem grande altura;

- Fresadora CNC: são fresadoras convencionais adaptadas com um computador para executar operações automáticas;
- Centro de Usinagem (Figura 11): com a evolução das fresadoras a CNC, originou-se o Centro de Usinagem. Essa máquina se caracteriza por realizar operações automáticas, comandadas por um computador que utiliza uma linguagem apropriada. Possui um magazine de ferramentas, que possibilita o alojamento de várias ferramentas.

Assim como os tornos, as fresadoras possuem alguns acessórios que facilitam na usinagem de engrenagens e na fixação de peças grandes:

- Aparelho divisor;
- Elementos de fixação e montagem.

Existem vários tipos de fresas, e cada qual com suas aplicações:

- Fresas de perfil constante: empregadas na usinagem de engrenagens, roscas e rasgos especiais;
- Fresas planas: possui dentes retos e helicoidais e é aplicada em usinagens de superfícies planas, rasgos e canais;
- Fresas angulares: utilizadas para fazer ranhuras em ângulos;
- Fresas para rasgos: empregada para usinar rasgos de chaveta, ranhuras retas ou perfis em T;
- Fresas-lima: utilizada em moldes e matrizes em ferramentarias. Com essa fresa, é possível atingir superfícies de cantos, rasgos e arestas de bom acabamento;
- Fresa de dentes postiços: conhecidas também, como cabeçotes fresadores. As ferramentas postiças (pastilhas) podem ser afiadas ou substituídas.

Figura 10: Fresadora universal



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

Figura 11: Centro de usinagem horizontal



Fonte: www.solucoesindustriais.com.br (2016).

2.3.5 Furação

Este processo é realizado por uma ferramenta rotativa e multicortante, chamada broca. Esta ferramenta, recebe uma determinada rotação e penetra perpendicularmente no material, formando os chamados furos. Os furos podem ter diversos tamanhos, isso dependerá do diâmetro da broca utilizada (SENAI, 2016).

Existem alguns tipos de máquinas para furar e cada uma com suas aplicações:

- Furadeira sensitiva: indicada para peças de pequeno porte e furos com diâmetros pequenos. O avanço dessa máquina é feito manualmente pelo operador, por isso o nome “sensitiva”;
- Furadeira de coluna: indicada para peças de maior porte e diâmetros maiores e sua mesa se desloca do eixo vertical;
- Furadeira radial: pode se deslocar no eixo horizontal e é indicada para peças de grande porte, diferente das furadeiras sensitiva e de coluna que podem ser colocadas em bancadas, esta furadeira fica diretamente no chão;
- Furadeira de árvores múltiplas: indicadas para alta produção. Nesta furadeira é possível colocar mais de uma broca e executar vários furos ao mesmo tempo;
- Furadeira portátil: utilizada para furos em locais que não podem se mover.

A Figura 12, mostra uma furadeira manual, que é mais versátil, mais utilizadas nas linhas de montagem. Na Figura 13, é mostrada uma máquina que desenvolve tanto o processo de rosqueamento, quanto o processo de furação, além das operações de escarear e rebaixar.

Figura 12: Furadeira manual



Fonte: www.twenga.com.br (2016).

Figura 13: Furadeira Rosqueadeira sensível



Fonte: www.sintecpromaquinas.com.br (2016).

As brocas são fabricadas, geralmente de aço-rápido ou metal duro. Existem vários tipos de brocas e para cada uma, suas aplicações:

- Broca helicoidal: Podem ter hastes cilíndricas ou cônicas. Executa furos sem ou com um pré-furo;
- Broca de centro: faz o furo inicial que serve de guia para o próximo furo;
- Broca múltipla ou escalonada: utilizada em grande produção industrial seriada;
- Broca longa: utilizada em furos de pequeno diâmetro e grande profundidade;
- Broca com orifícios para fluido de corte: utilizada em furos contínuos com alta velocidade que exigem lubrificação abundante;
- Broca de canal reto: utilizada em materiais macios como bronze e latão, por possuir apenas um canal reto é mais robusta e utiliza como guia, o próprio furo;
- Broca canhão: possui um corpo semicilíndrico e é utilizada em furações profundas, como por exemplo, cano de armas;
- Broca para furação profunda: como o nome já diz, é aplicada em furos de grande profundidade. A diferença é que o diâmetro pode chegar até 80 mm e sem pré-furo.

2.3.6 Rosqueamento

Este processo é realizado em máquinas chamadas Rosqueadeiras ou pode ser executado manualmente. Em ambos os casos, a ferramenta utilizada é o macho, no caso de roscas internas e o cossinete, no caso de roscas externas. Essas ferramentas recebem uma rotação, retirando cavaco e formando os filetes de rosca. Os filetes são reentrâncias e saliências que podem ser de diferentes formatos como: quadrado, triangular e trapezoidal, dependendo do tipo de aplicação que se deseja (SENAI, 2016).

2.3.7 Estampagem

Processo de conformação mecânica que engloba operações como corte, dobra e repuxo. Na maioria das vezes é realizada a frio. Por causa de uma característica dos materiais chamada plasticidade, as chapas planas são submetidas a esforços e adquirem uma nova forma geométrica, plana ou oca (TELECURSO, 2009).

As operações são realizadas em prensas mecânicas ou prensas hidráulicas e utiliza-se uma ferramenta chamada estampo, que é constituído de um punção e uma matriz.

A Figura 14, mostra um modelo de prensa hidráulica.

Figura 14: Prensa hidráulica



2.3.8 Fundição

O processo de fabricação por fundição, caracteriza-se por um metal em estado líquido vazado dentro da cavidade de um molde preparado antecipadamente, para obter peças de maneira fácil e barata, praticamente com seu formato final, com pequenas limitações em relação ao tamanho, formato e complexidade. O processo pode ser dividido em: fundição de moldes de areia e fundição em moldes metálicos. Os moldes em areia são os mais utilizados, pois suportam melhor as altas temperaturas de fusão dos metais (SENAI, 2016).

O processo de fundição, consiste basicamente nos passos descritos a seguir:

- Confecção do modelo: o modelo pode ser construído de madeira, alumínio, isopor, entre outros materiais. Deve ser feito, aproximadamente, no formato da peça real e serve de base para a construção do molde;
- Confecção do molde: o molde é o dispositivo que dá a forma desejada na peça. É construído, na maioria das vezes, por areia e aglomerante;
- Confecção dos machos: os machos também são fabricados em areia e são dispositivos que ficam dentro dos moldes para criar vazios, furos e reentrâncias nas peças;
- Fusão: etapa onde o metal é fundido;
- Vazamento: etapa em que o molde é preenchido com o metal líquido;
- Desmoldagem: depois que o metal se solidificou no molde, a peça é retirada do molde, seja manualmente ou por procedimentos mecânicos;
- Rebarbação: etapa onde são retiradas as rebarbas, as reservas de metais (massalotes) e os canais de alimentação que se formaram durante a solidificação;
- Limpeza: feita, geralmente, com jatos abrasivos para retirada de incrustações de areia.

2.3.9 Pintura industrial

As pinturas industriais consistem em depositar uma película fina de tinta, que depois de seca, forma uma película sólida, com o objetivo de proteger da corrosão um material metálico, ou utilizada apenas com o intuito estético.

Antes de fazer o processo de pintura, é necessário que as peças a serem pintadas, sofram um preparo para retirar óleos, graxas, produtos de corrosão e gorduras. Essa preparação

é muito importante, pois limpa a superfície a ser pintada, ajudando na adesão das tintas. Existem vários tipos de pintura, entre elas estão a pintura em pó e a pintura líquida. Elas podem ser feitas por imersão, pincel, pistola (pulverização) ou eletrostática. A escolha do tipo de pintura, vai depender da aplicação desejada (KRÄNKEL, 2016).

A Figura 15, mostra as vantagens e desvantagens das tintas líquidas e em pó.

Figura 15: Vantagens e desvantagens da pintura em pó

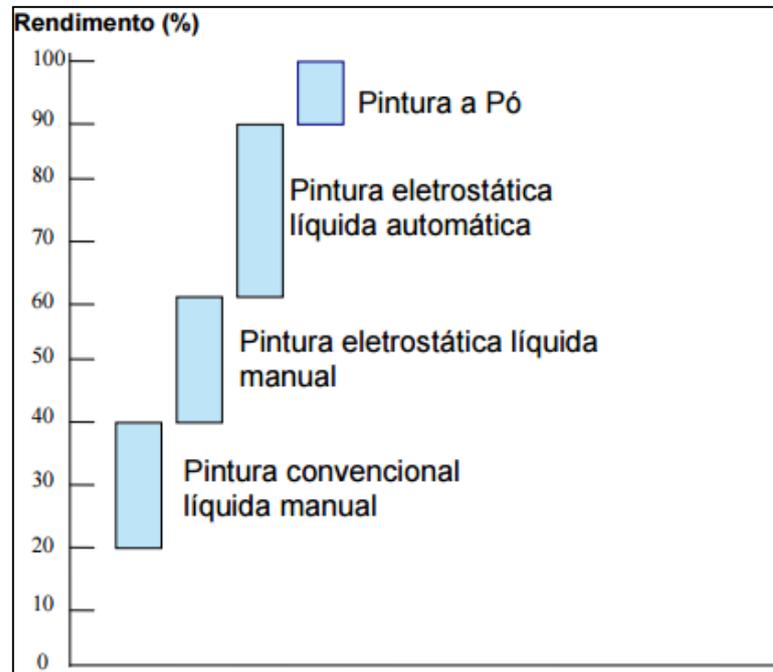
VANTAGENS	
PÓ	LÍQUIDA
<ul style="list-style-type: none"> • Não usa solvente • Baixos riscos de incêndio • Redução nos prêmios de seguro • Tinta pronta para uso • Baixos índices de rejeição • Aplicação em uma só demão • Processo ecológico, não gera poluente 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia conhecida • Obtenção mais fácil de camadas finas • Trocas de cor mais rápidas • Maior variedade de cores • Sistema tintométrico
DESVANTAGENS	
PÓ	LÍQUIDA
<ul style="list-style-type: none"> • Troca de cor mais demorada • As tintas não podem ser misturadas • É difícil aplicar a tinta em camadas baixas (abaixo de 30 µm) • É muito difícil pintar partes internas de um objeto, com tinta líquida é possível através da pintura por imersão • É mais difícil pintar substrato não metálico (madeira, plástico, etc) • O aspecto do acabamento obtido com tinta em pó é deficiente para certas finalidades, como por exemplo: acabamento automotivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta dependência do petróleo • Alto custo por m² pintado • Necessidade de preparação (diluição) • Risco de incêndios. • Custo operacional maior • Alto índice de rejeição de peças • Necessidade de primers • Processo poluente, gera graves efluentes industriais como os solventes e as borras de tintas

Fonte: Kränkel (2016), p. 39.

Pode-se analisar no gráfico de rendimento de pinturas da Figura 16, que a pintura em pó se destaca por ter maior rendimento em comparação com outros tipos de tintas apresentados.

Esses rendimentos poderão ser alterados em função de alguns fatores como: técnicas de pintura, ambiente da pintura, aterramento, formato das peças e formulação da tinta.

Figura 16: Rendimento de pinturas



Fonte: Kränkel (2016), p. 40.

2.3.10 Linha de montagem

Desde quando foi criada por Henry Ford para a fabricação de automóveis, as linhas de montagem são utilizadas até hoje e a cada dia o aperfeiçoamento e qualidade deste processo vem sendo exigidos para melhorar a eficiência do processo, utilizando recursos operacionais e de infraestrutura (CHASE *et al.*, 1995, p. 21).

A montagem realizada pode ser de subconjuntos ou a montagem final de produtos. É nessa etapa, que em muitos casos, é o último processo, os esforços de todas as partes, desde a engenharia até a pintura, são unidos, formando o produto final. É também o local onde podem ser feitos pequenos acabamentos e retoques (CHASE *et al.*, 1995, p. 21).

Para facilitar o processo de montagem de peças, pode-se utilizar alguns equipamentos e ferramentas, como: furadeiras portáteis, torquímetro, chaves de fenda, chaves Allen, chaves de boca, parafusadeiras pneumáticas. Essas ferramentas e equipamentos, embora sejam simples, são fundamentais para agilidade do processo.

2.4 Custos industriais

A Contabilidade de Custos surgiu a partir da contabilidade financeira e geral, na época da Revolução Industrial no século XVIII para suprir a necessidade de apurar os custos dos produtos fabricados nas empresas (SCHIER, 2005).

A apuração dos custos visava avaliar os custos de mão de obra empregada e os custos de transformação de cada processo, objetivando fornecer referência para medir a eficiência do processo de produção (FERREIRA, 2007).

Uma empresa possui vários objetivos e metas a serem cumpridas. Um desses objetivos é o aumento do faturamento, que alinhado com outros fatores, serão decisivos nos resultados. A gestão de custos é um fator de grande importância para o aumento do faturamento (SCHIER, 2005). Neto (2012), aponta que para a tomada de decisões nos dias atuais é essencial ter informações precisas da análise de custos. Isso pode auxiliar na formação do preço de venda e em vantagens competitivas para a empresa.

Os custos são gastos gerados para a produção de um produto ou serviço prestado e são classificados em custos diretos, indiretos, fixos e variáveis. Os custos diretos e indiretos estão ligados aos produtos e os custos fixos e variáveis estão ligados ao nível de atividade (CREPALDI, 2010).

Bomfim e Passarelli (2006), apontam os custos diretos como aqueles que são de possível identificação: quantidade de matéria-prima e mão de obra utilizada; e os custos indiretos como aqueles que são quase impossíveis de medir, como por exemplo, a depreciação e mão de obra indireta, utilizando assim a técnica do rateio.

Queiroz Filho (2008), relata mais algumas terminologias importantes para a Contabilidade de Custos:

- Gastos: sacrifício financeiro que a empresa assume para a obtenção de um produto ou serviço, pela entrega ou promessa de entrega de ativos;
- Perda: serviço ou bem consumido de forma anormal e involuntariamente;
- Lucro / Prejuízo: Diferença positiva/negativa entre receita e despesa/custo, ganhos e perdas;
- Custo Variável: vai variar dependendo da quantidade produzida;
- Custo Fixo: não depende da quantidade produzida;

- Custo de Transformação: soma dos custos de produção, menos a matéria-prima e outros elementos fornecidos, ou seja, é o custo do trabalho realizado pela empresa;

Para os setores de transformação de produtos, existe a Contabilidade Setorial de Custos para fazer o acompanhamento, a determinação e alocação dos custos operacionais unitários, totais e setoriais. O Mapa de Localização de Custos (MLC) é uma ferramenta utilizada para a realização da contabilidade setorial (QUEIROZ FILHO, 2008).

BLASIO (2016), coloca dez passos para apurar o custo de um setor:

- Passo 1: Dividir a empresa em centros de custo (auxiliares, produtivos ou administrativos);
- Passo 2: Fazer o levantamento de todos os funcionários, alocando-os aos centros em que trabalham;
- Passo 3: Somar os salários por centro de custo e adicionar 70% de Encargos Sociais;
- Passo 4: Calcular a depreciação mensal por centro de custo;
- Passo 5: Calcular as despesas e ratear sua distribuição por centro de custo;
- Passo 6: Somar as despesas por centro de custo, inclusive a depreciação;
- Passo 7: Calcular o custo fixo por centro de custo. Para isso somar os salários e os encargos com a soma das despesas;
- Passo 8: Distribuir os custos fixos dos centros auxiliares e administrativos para os centros produtivos;
- Passo 9: Definir a capacidade de horas produtivas por mês para cada centro de custo produtivo;
- Passo 10: Por fim, somar os Custos Fixos, Rateios Auxiliares e Administrativos e dividir o resultado pelas Horas Produtivas, para encontrar seu custo/hora por centro de custo.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 O produto

O produto utilizado para o estudo de caso, surgiu de uma competição realizada por uma escola de ensino técnico e profissionalizante. A competição começou a nível estadual, estendendo-se para nível nacional, até chegar a nível mundial. O produto conquistou o terceiro lugar na World Skills São Paulo 2015 e foi desenvolvido em uma das escolas, na cidade de Pompéia- SP.

A equipe de competidores e professores deveriam desenvolver um produto que deveria ser elétrico, ser capaz de manusear cargas de até 50 Kg, ter medidas compactas e ser operado remotamente por um controle remoto, com o intuito de facilitar atividades onde seja necessário o levantamento de pequenas cargas, garantindo assim, a ergonomia e segurança do trabalho. Levando em consideração custo e tempo de fabricação.

Surgiu então, a ideia de poder estudar um possível processo de fabricação deste produto criado para fins educacionais, dentro de uma empresa conceituada que já exerce serviços metalúrgicos. Com o intuito também, de aplicar e aprender, na prática, algumas atividades que são realizadas nas fases de conceituar produto e projetar processo.

Para realização do estudo, os desenhos foram fornecidos pela escola e não puderam ser divulgados.

No que se relaciona a fase de conceituar produto, construiu-se a partir dos desenhos, a Estrutura do Produto (BOM), que servirá de base para a etapa de projetar processo. Já na fase de projetar processo, foi realizada a seleção de peças que seriam compradas e peças que seriam fabricadas, chegando assim, numa relação de peças que deveriam passar por processos internos de fabricação.

Sendo assim, foram considerados as seguintes restrições:

- O estudo não abordaria atividades de mudanças de peças ou subconjuntos do projeto para aperfeiçoamento ou facilidade no processo fabril;
- Como o projeto não possui uma referência de mercado, conseqüentemente, não teria um custo pré-estabelecido a ser superado, não seriam realizadas atividades para baixar os custos obtidos;
- Para alguns processos, seriam considerados equipamentos como gabaritos para a facilidade do processo, mas os custos desses equipamentos não seriam contabilizados, assim como os custos das matérias-primas;

- Não seria feito mais nenhum investimento, seja de máquinas ou ferramentas, para implantar o processo, assim, seriam utilizados os recursos e tecnologia que a empresa possui.

3.2 A empresa

A empresa metalúrgica onde o estudo de caso foi realizado, atua no mercado desde 1980 e fica localizada na cidade de Pompéia – SP. Muito reconhecida pelos seus produtos de alto padrão e qualidade, fabrica principalmente, equipamentos agrícolas, de jardinagem e *fitness*.

Atualmente, oferece também uma linha completa de produtos e serviços que atendem as necessidades dos mais diversos segmentos, como por exemplo, hortícola, parques e bosques, saúde pública e limpeza urbana e diversos usuários, sejam eles ocasionais ou profissionais.

Foi aplicado um questionário, mostrado no APÊNDICE A que serviu para levantar informações sobre custos e processos e para verificar como a empresa trata o PDP.

Neste questionário a empresa forneceu uma planilha com os processos que são realizados internamente com seus respectivos custos/minuto de trabalho para cada setor. Essa planilha é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1: Custos/minuto dos setores da empresa

C.C.	Setor	Custo / minuto	Custo hora
111.00	CORTES	R\$ 1,60	R\$ 96,00
121.00	USINAGEM	R\$ 2,05	R\$ 123,00
131.00	ESTAMPARIA	R\$ 3,00	R\$ 180,00
132.00	CORTE A LASER	R\$ 3,30	R\$ 198,00
141.00	SOLDA ELETRICA	R\$ 2,55	R\$ 153,00
142.00	MANUFATURA DE LATÃO	R\$ 1,45	R\$ 87,00
171.00	PINTURA	R\$ 34,00	OBS: Custo / m²
183.00	VACUO FORMING E SILK SCREEN	R\$ 3,00	R\$ 180,00
185.00	EMBORRACHAMENTO	R\$ 2,18	R\$ 130,80
186.11	INJETORAS ATÉ 100 TON - FITNESS	R\$ 1,78	R\$ 106,80
186.12	INJETORAS ATÉ 100 TON - AGRÍCOLA	R\$ 1,10	R\$ 66,00
186.21	INJETORAS ACIMA DE 100 TON - FITNESS	R\$ 2,38	R\$ 142,80
186.22	INJETORAS ACIMA DE 100 TON - AGRÍCOLA	R\$ 1,78	R\$ 106,80
186.30	SOPRADORAS 5 LITROS	R\$ 5,37	R\$ 322,20
186.40	SOPRADORAS 20 LITROS	R\$ 3,87	R\$ 232,20
191.00	MONTAGEM JARDINAGEM	R\$ 0,94	R\$ 56,40
192.00	MONTAGEM FITNESS	R\$ 2,10	R\$ 126,00
194.00	SUB-MONTAGEM FITNESS	R\$ 1,62	R\$ 97,20

Fonte: A empresa.

3.3 Desenvolvimento do estudo

Para atingir o objeto do trabalho, foram definidas sete etapas para o desenvolvimento do estudo. As etapas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Etapas para o desenvolvimento do estudo de caso

ETAPAS DO ESTUDO DE CASO	
1	CRIAÇÃO DA ESTRUTURA DE PRODUTO
2	DECISÃO MAKE OR BUY
3	LEVANTAMENTO DOS POSSÍVEIS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO
4	LEVANTAMENTO DOS TEMPOS
5	LEVANTAMENTO DOS CUSTOS
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS
7	DEFINIÇÃO DO PROCESSO

Fonte: O autor.

3.3.1 Etapa 1 - Criação da Estrutura de Produto

A Estrutura de Produto foi criada através dos desenhos do produto. Esses desenhos foram feitos com o auxílio de programas CAD e não puderam ser divulgados.

A BOM criada apresenta cinco níveis e está apresentada na Tabela 3, que está dividida em três partes. O nível zero corresponde ao produto final. Os outros níveis correspondem aos subconjuntos e produtos que serão comprados, inclusive as matérias-primas.

Tabela 3: Estrutura do Produto

ESTRUTURA DO PRODUTO						
Item					Qntd. (Pc)	
0	EMPILHADEIRA ELÉTRICA				1	
	1	MÓDULO 1			1	
		1.1	ESTRUTURA SOLDADA		1	
			1.1.1	Tubo 890	1	
				1.1.1.1	Tubo metalon 50x50x1,5mm	1
			1.1.2	Chapa 140	2	
				1.1.2.1	Chapa de aço 3/16"	1
			1.1.3	Eixo 60	2	
				1.1.3.1	Tubo de aço Diam. 5/8"x1,5mm	1
			1.1.4	Tubo 430 da roda	2	
				1.1.4.1	Tubo metalon 50x50x1,5mm	1
			1.1.5	Tubo 1600	2	
				1.1.5.1	Tubo metalon 30x50x1,2mm	1
			1.1.6	Chapa 3-16	1	
				1.1.6.1	Chapa de aço 1/8"	1
			1.1.7	Chapa 1-8	2	
				1.1.7.1	Chapa de aço 1/8"	1
			1.1.8	Chapa 120	1	
				1.1.8.1	Chapa de aço 1/4"	1
			1.1.9	Eixo 55	1	
				1.1.9.1	Tubo de aço Diam. 5/8"x1,5mm	1
			1.1.10	Tubo 170	1	
				1.1.10.1	Tubo metalon 30x50x1,2mm	1
			1.1.11	Tubo 147	1	
				1.1.11.1	Tubo metalon 20x40x1,2mm	1
			1.1.12	Tubo 290	2	
				1.1.12.1	Tubo metalon 20x40x1,2mm	1
			1.1.13	Tinta	1	
		1.2	Tampão 30x50		4	
		1.3	Tampão 20x40		6	
		1.4	Roda 5		2	
		1.5	Pino R		2	
	2	MÓDULO 2			1	
		2.1	GARFO		1	
			2.1.1	Cantoneira	2	
				2.1.1.1	Cantoneira de aço 2"x2"	1
			2.1.2	Chapa 420	1	
				2.1.2.1	Chapa de aço 1/4"	1
			2.1.3	Tubo 430	1	

		2.1.3.1	Tubo metalon 30x50x1,5mm	1
		2.1.4	Tubo do garfo	2
		2.1.4.1	Metalon 30x50x1,2mm	1
		2.1.5	Tinta	1
	2.2		Roldana	1
		2.2.1	Aço Diam. 1 1/2"	1
	2.3		Arruela lisa M10	8
	2.4		Rolamento	8
	2.5		Porca sextavada M10	2
	2.6		Parafuso sextavado M10x50mm	2
	2.7		Arruela lisa M6	1
	2.8		Parafuso allen M6x20mm	1
	2.9		Porca sextavada M6	1
	2.10		Tampão 30x50	4
3			MÓDULO 3	1
	3.1		BASE DA TRAÇÃO	1
		3.1.1	Chapa 60	1
		3.1.1.1	Chapa de aço 1/4"	1
		3.1.2	Chapa 140 do motor	1
		3.1.2.1	Chapa de aço 1/4"	1
		3.1.3	Eixo 12.7	1
		3.1.3.1	Barra de aço trefilado Diam. 1/2"	1
		3.1.4	Parafuso sextavado M12x70mm	1
		3.1.5	Tinta	1
	3.2		TRANSMISSÃO	1
		3.2.1	Eixo 35	1
		3.2.1.1	Barra de aço trefilado Diam. 1/2"	1
		3.2.2	Base da catraca	1
		3.2.2.1	Barra de aço trefilado 1 1/2"	1
		3.2.3	Catraca 22 dentes	1
	3.3		Motor	1
	3.4		Corrente 1-2	1
	3.5		Rolamento axial	1
	3.6		Parafuso cabeça escareada M5x40mm	4
	3.7		Porca sextavada M12	1
	3.8		Roda 6	1
4			DIREÇÃO 1	1
	4.1		Barra roscada M6	1
		4.1.1	Barra roscada M6	1
	4.2		Chapa 106	1
		4.2.1	Chapa de aço 1/4"	1
	4.3		Engrenagem 100	1
	4.4		Porca sextavada M6	2

	4.5	Potenciômetro rotativo	1
5	DIREÇÃO 2		1
	5.1	Engrenagem 24	1
	5.2	Motor rotação	1
	5.3	Mola da direção	1
6	ELEVAÇÃO MONTAGEM		1
	6.1	ELEVAÇÃO	1
	6.1.1	Eixo 3-4	1
	6.1.1.1	Barra de aço trefilado 3/4"	1
	6.1.3	Arruela lisa 3-4	3
	6.1.4	Tinta	1
	6.2	Cubo	1
	6.2.1	Barra de aço trefilado Quad 7/8"	1
	6.3	Parafuso sextavado M8x40mm	1
	6.4	Arruela lisa M8	1
	6.5	Motor	1
	6.6	Parafuso allen sem cabeça M6x8mm	1
7	Barra roscada M8		2
	7.1	Barra roscada M8	1
8	Base do potenciômetro		1
	8.1	Chapa de aço 1/4"	1
9	Porca sextavada M8		12
10	Mola		1
11	Potenciômetro deslizante		1
12	Parafuso allen M8x25mm		1
13	Arruela lisa M8		2
14	Cabo de aço		1
15	Porca sextavada M6		1
16	Parafuso allen sem cabeça M6x25mm		1
17	Parafuso Allen M5x16mm		2
18	Bateria		2
19	Caixa eletrônica		1
20	Caixa do controle		1

Fonte: O autor.

3.3.2 Etapa 2 - Decisão do "Make or Buy"

Com a Estrutura de Produto pronta e com o auxílio dos desenhos, foi possível analisar as peças que a empresa tinha condições de fabricar e as peças que deveriam ser compradas. Na Tabela 3, os itens em destaque serão os itens comprados.

3.3.3 Etapa 3 - Levantamento dos possíveis processos de fabricação

Depois da definição do *Make or Buy*, foram separados os itens que sofreriam processos internos para facilitar nos cálculos e utilizou-se a estrutura da BOM para demonstrarmos as operações, os tempos e os custos obtidos.

Assim, foram separados os desenhos das peças que seriam fabricadas, dos subconjuntos que seriam soldados e pintados, e dos conjuntos que seriam montados. Todos esses desenhos foram cuidadosamente analisados.

Com a análise, foi possível levantar possíveis processos para cada peça. Como as possibilidades para execução de uma peça são diversas, pelo fato de poder desenvolver uma operação de várias formas e em diferentes processos e máquinas, foram considerados para o estudo, no máximo dois processos.

Contudo, os dois processos estão divididos em: processos em máquinas convencionais, que será chamado de Processo 1; e processos em máquinas a CNC, que será chamado de Processo 2.

Criou-se uma planilha para o Processo 1 e foram sendo preenchidas as operações pelas quais as peças deveriam passar. O mesmo foi feito para o Processo 2. Na Tabela 4, constam as informações referentes ao Processo 1 e na Tabela 5, constam as informações referentes ao Processo 2.

Na planilha do Processo 2, os itens que estão em destaque, não sofreram alteração de processos, pois não seria possível ou não seria viável automatizá-los.

3.3.4 Etapa 4 - Levantamento dos tempos.

Com base nos desenhos, foi realizada uma estimativa de tempos para cada operação. Procurou-se ter a maior atenção possível aos detalhes das operações para garantir a fidelidade dos tempos. Os tempos estão demonstrados em minutos. Assim, as colunas de “Tempo” das planilhas dos Processos 1 e 2 (Tabela 4 e 5), foram sendo preenchidas.

Na etapa de projetar o processo, normalmente, os tempos são obtidos por estimativa, em função de experiências e trabalhos anteriores. Quando o desenvolvimento do produto caminha para homologação do processo, esses tempos são novamente revistos com avaliações de cronometragem e, conseqüentemente, são determinados os tempos padrão.

3.3.5 Etapa 5 - Levantamento dos custos

Os custos dos processos foram fornecidos pela empresa através da planilha de custo/minuto dos setores, mostrado na Tabela 1. Assim, o tempo (em minutos) de cada operação foi multiplicado pelo custo/minuto dos setores. Depois disso, o custo de cada operação foi somado, tendo como resultado o custo do processo de uma peça. O custo do processo de uma peça foi multiplicado pela quantidade de peças que é utilizada no projeto. Em seguida, esse último resultado foi somado, resultando no custo de fabricação do projeto. Isso foi realizado nas planilhas do Processo 1 e 2.

A empresa trata o custo dos processos de pintura por m² pintado. Sendo assim, os valores especificados nas planilhas para a operação “Pintar” é a quantidade de m² pintados naquele subconjunto. As áreas das peças foram calculadas seguindo as dimensões dos desenhos e utilizando uma planilha para os cálculos. A planilha é mostrada no APÊNDICE B.

Com base na tecnologia oferecida pela empresa, decidiu-se que as operações de soldar, pintar e montar seriam as mesmas para os dois processos em análise, não influenciando na diferença de custos, pois foram considerados os mesmos tempos e os mesmos custos para essas operações.

Tabela 4: Planilha do Processo 1

PROCESSO 1 - PROCESSO CONVENCIONAL												
Item	Operação 1	Tempo (min)	Custo	Operação 2	Tempo (min); nº	Custo	Operação 3	Tempo (min)	Custo	Custo/pc	Qntd. (pc)	Custo total
0	EMPLHADERA ELÉTRICA											
1	MÓDULO 1	20	R\$ 42,00							R\$ 42,00	1	R\$ 42,00
	1.1	3	R\$ 6,30							R\$ 6,30	1	R\$ 6,30
	ESTRUTURA SOLDADA	20	R\$ 51,00	Pintar	1,34	R\$ 45,56				R\$ 96,56	1	R\$ 96,56
	1.1.1	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	1	R\$ 1,60
	1.1.2	1,17	R\$ 1,87	Furar	0,67	R\$ 1,37				R\$ 3,25	2	R\$ 6,49
	1.1.3	0,55	R\$ 0,88	Furar	0,34	R\$ 0,70				R\$ 1,58	2	R\$ 3,15
	1.1.4	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	2	R\$ 3,20
	1.1.5	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	2	R\$ 3,20
	1.1.6	1,17	R\$ 1,87	Furar	0,5	R\$ 1,03				R\$ 2,90	1	R\$ 2,90
	1.1.7	1,17	R\$ 1,87	Furar	0,5	R\$ 1,03				R\$ 2,90	2	R\$ 5,79
	1.1.8	1,17	R\$ 1,87							R\$ 1,87	1	R\$ 1,87
	1.1.9	0,55	R\$ 0,88							R\$ 0,88	1	R\$ 0,88
	1.1.10	1	R\$ 1,60	Furar/Rebarbar	0,92	R\$ 1,89				R\$ 3,49	1	R\$ 3,49
	1.1.11	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	1	R\$ 1,60
	1.1.12	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	2	R\$ 3,20
2	MÓDULO 2	3	R\$ 6,30							R\$ 6,30	1	R\$ 6,30
	2.1	10	R\$ 25,50	Pintar	0,34	R\$ 11,56				R\$ 37,06	1	R\$ 37,06
	2.1.1	1,17	R\$ 1,87							R\$ 1,87	2	R\$ 3,74
	2.1.2	1,17	R\$ 1,87	Furar/Roscar	1	R\$ 2,05				R\$ 3,92	1	R\$ 3,92
	2.1.3	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	1	R\$ 1,60
	2.1.4	1	R\$ 1,60							R\$ 1,60	2	R\$ 3,20
	2.2	1	R\$ 1,60	Tornear	5	R\$ 10,25				R\$ 11,85	1	R\$ 11,85
3	MÓDULO 3	10	R\$ 21,00							R\$ 21,00	1	R\$ 21,00
	3.1	7	R\$ 17,85	Pintar	0,05	R\$ 1,70				R\$ 19,55	1	R\$ 19,55
	3.1.1	1,5	R\$ 2,40	Furar	0,5	R\$ 1,03				R\$ 3,43	1	R\$ 3,43
	3.1.2	2	R\$ 3,20	Fresar	3	R\$ 6,15	Furar/Escalear	2,2	R\$ 4,51	R\$ 13,86	1	R\$ 13,86
	3.1.3	0,5	R\$ 0,80	Rebaixar	0,67	R\$ 1,37				R\$ 2,17	1	R\$ 2,17
	3.2	4	R\$ 10,20							R\$ 10,20	1	R\$ 10,20
	3.2.1	0,5	R\$ 0,80							R\$ 0,80	1	R\$ 0,80
	3.2.2	1	R\$ 1,60	Tornear	6	R\$ 12,30				R\$ 13,90	1	R\$ 13,90
4	DIREÇÃO 1	7	R\$ 14,70							R\$ 14,70	1	R\$ 14,70
	4.1	0,34	R\$ 0,54							R\$ 0,54	1	R\$ 0,54
	4.2	0,5	R\$ 0,80	Fresar	5	R\$ 10,25	Furar	0,67	R\$ 1,37	R\$ 12,42	1	R\$ 12,42
5	DIREÇÃO 2	5	R\$ 10,50							R\$ 10,50	1	R\$ 10,50
6	ELEVAÇÃO MONTAGEM	10	R\$ 21,00							R\$ 21,00	1	R\$ 21,00
	6.1	5	R\$ 12,75							R\$ 12,75	1	R\$ 12,75
	6.1.1	0,67	R\$ 1,07	Tornear	4	R\$ 8,20	Furar/Roscar	1	R\$ 2,05	R\$ 11,32	1	R\$ 11,32
	6.2	0,84	R\$ 1,34	Furar	1,34	R\$ 2,75				R\$ 4,09	1	R\$ 4,09
7	Barra rosçada M8	0,35	R\$ 0,56							R\$ 0,56	1	R\$ 0,56
8	Base do potenciómetro	1,17	R\$ 1,87	Fresar	4	R\$ 8,20	Furar	1	R\$ 2,05	R\$ 12,12	1	R\$ 12,12
CUSTO TOTAL DA FABRICAÇÃO											R\$ 434,83	

Fonte: O autor.

Tabela 5: Planilha do Processo 2

PROCESSO 2 - PROCESSO AUTOMATIZADO									
Item	Operação 1	Tempo (min)	Custo	Operação 2	Tempo (min), m²	Custo	Custo/pc	Qntd. (pc)	Custo total
0	EMPILHADEIRA ELÉTRICA	Montar	R\$ 42,00				R\$ 42,00	1	R\$ 42,00
1	MÓDULO 1	Montar	R\$ 6,30				R\$ 6,30	1	R\$ 6,30
	1.1	ESTRUTURA SOLDADA	R\$ 51,00	Pintar	1,34	R\$ 45,56	R\$ 96,56	1	R\$ 96,56
		1.1.1	R\$ 0,66				R\$ 0,66	1	R\$ 0,66
		1.1.2	R\$ 0,83				R\$ 0,83	2	R\$ 1,65
		1.1.3	R\$ 0,46				R\$ 0,46	2	R\$ 0,92
		1.1.4	R\$ 0,79				R\$ 0,79	2	R\$ 1,58
		1.1.5	R\$ 0,89				R\$ 0,89	2	R\$ 1,78
		1.1.6	R\$ 0,73				R\$ 0,73	1	R\$ 0,73
		1.1.7	R\$ 0,66				R\$ 0,66	2	R\$ 1,32
		1.1.8	R\$ 0,83				R\$ 0,83	1	R\$ 0,83
		1.1.9	R\$ 0,33				R\$ 0,33	1	R\$ 0,33
		1.1.10	R\$ 0,83				R\$ 0,83	1	R\$ 0,83
		1.1.11	R\$ 0,56				R\$ 0,56	1	R\$ 0,56
		1.1.12	R\$ 0,63				R\$ 0,63	2	R\$ 1,25
2	MÓDULO 2	Montar	R\$ 6,30				R\$ 6,30	1	R\$ 6,30
	2.1	GARFO	R\$ 25,50	Pintar	0,34	R\$ 11,56	R\$ 37,06	1	R\$ 37,06
		2.1.1	R\$ 1,87				R\$ 1,87	2	R\$ 3,74
		2.1.2	R\$ 0,99	Roscar	0,33	R\$ 0,68	R\$ 1,67	1	R\$ 1,67
		2.1.3	R\$ 0,79				R\$ 0,79	1	R\$ 0,79
		2.1.4	R\$ 0,66				R\$ 0,66	2	R\$ 1,32
	2.2	Roldana	R\$ 3,42				R\$ 3,42	1	R\$ 3,42
3	MÓDULO 3	Montar	R\$ 21,00				R\$ 21,00	1	R\$ 21,00
	3.1	BASE DA TRACÇÃO	R\$ 17,85	Pintar	0,05	R\$ 1,70	R\$ 19,55	1	R\$ 19,55
		3.1.1	R\$ 0,83				R\$ 0,83	1	R\$ 0,83
		3.1.2	R\$ 0,83	Escarear	0,66	R\$ 1,35	R\$ 2,18	1	R\$ 2,18
		3.1.3	R\$ 0,80	Rebaixar	0,67	R\$ 1,37	R\$ 2,17	1	R\$ 2,17
	3.2	TRANSMISSÃO	R\$ 10,20				R\$ 10,20	1	R\$ 10,20
		3.2.1	R\$ 0,80				R\$ 0,80	1	R\$ 0,80
		3.2.2	R\$ 3,40				R\$ 3,40	1	R\$ 3,40
4	DIREÇÃO 1	Montar	R\$ 14,70				R\$ 14,70	1	R\$ 14,70
	4.1	Barra rosçada M6	R\$ 0,54				R\$ 0,54	1	R\$ 0,54
	4.2	Chapa 106	R\$ 3,86	Fresar	0,67	R\$ 1,37	R\$ 5,23	1	R\$ 5,23
5	DIREÇÃO 2	Montar	R\$ 10,50				R\$ 10,50	1	R\$ 10,50
6	ELEVACÃO MONTAGEM	Montar	R\$ 21,00				R\$ 21,00	1	R\$ 21,00
	6.1	ELEVACÃO	R\$ 12,75				R\$ 12,75	1	R\$ 12,75
		6.1.1	R\$ 3,20	Furar/Roscar	1	R\$ 2,05	R\$ 5,25	1	R\$ 5,25
	6.2	Cubo	R\$ 1,34	Furar	1,34	R\$ 2,75	R\$ 4,09	1	R\$ 4,09
7	Barra rosçada M8	Serrar	R\$ 0,56				R\$ 0,56	1	R\$ 0,56
8	Base do potenciômetro	Cortar a laser	R\$ 4,46				R\$ 4,46	1	R\$ 4,46
CUSTO TOTAL DA FABRICAÇÃO									R\$ 350,82

Fonte: O autor.

3.3.6 Etapa 6 - Análise dos resultados

Com a realização dos cálculos, chegou-se nos resultados apurados nas planilhas:

Custo do Processo 1 = R\$ 434,83.

Custo do Processo 2 = R\$ 350,82.

A diferença entre o Processo 1 e 2 foi de R\$ 84,01 por projeto. Isso significa que se esse produto for fabricado pelos processos em máquinas a CNC terá uma economia de 23,94% comparada com os processos em máquinas convencionais.

3.3.7 Etapa 7 - Definição do processo

Baseado nos resultados analisados, o processo definido foi o que obteve o menor custo de fabricação, ou seja, o Processo 2.

No Processo de Desenvolvimento de Produto com fins lucrativos, normalmente, o custo de fabricação possui um *target*, ou seja, um custo pré-definido com base no mercado. Sendo assim, o PDP só terá continuidade se esse custo não for ultrapassado.

4 RESULTADOS

Com a criação da Estrutura de produto para o produto em desenvolvimento, pode-se ter uma visão ampla e detalhada das peças que o compõe. A BOM foi de fundamental importância para a definição do *Make or Buy* e separação das peças de fornecedores e de peças que passariam pela análise dos possíveis processos e tempos estimados.

A aplicação da técnica de estimativa de tempos dos processos de fabricação, serviu de base para os cálculos dos custos e resultados apurados.

Pode-se verificar, que a análise dos processos de fabricação na etapa do projeto de processo, foi de suma importância. Pois assim, conseguiu-se planejar uma economia no custo do processo de fabricação do produto de quase 24%, tendo que esse valor tende a aumentar dependendo da demanda e produtividade.

Se futuramente o projeto tiver demanda e for implantado, os processos automatizados serão mais viáveis por causa dos tempos de fabricação que esses processos possuem.

Como esse produto não teve um *target*, não é possível certificar que, com os valores de custo de fabricação que foram obtidos, o PDP teria continuidade. Porém, é possível afirmar, mesmo que talvez o processo definido (Processo 2) não possua um custo de fabricação competitivo, se comparado com o Processo 1, garante maior produtividade, mais qualidade nos produtos e processos pelo fato da confiabilidade e precisão das máquinas, nível de segurança do trabalho elevado, menor quantidade de equipamentos para o processo e necessita menor número de mão de obra para a fabricação.

5 CONCLUSÃO

As rápidas mudanças tecnológicas forçaram as empresas a se preocuparem com o seu processo de PDP para garantir sua sobrevivência no mercado, conseguir se diferenciar da concorrência e melhorar seus produtos e qualidade. Mas, por conta da alta complexidade do PDP, as empresas ainda precisam quebrar muitas barreiras e atentar-se para que o PDP não traga altos custos para a empresa.

A complexidade do Processo de Desenvolvimento de Produtos, se dá pelas diversas fases que o compõe. Cada fase possui suas especificações e atividades que precisam ser desenvolvidas com exatidão para garantia do processo.

Entre essas fases, a de Projetar processo foi estudada com ênfase neste trabalho, pois as atividades desenvolvidas no estudo de caso, foram baseados nela. Com isso, pode-se perceber que as análises nesta fase, podem impactar diretamente nos custos de fabricação.

Uma peça possui várias maneiras de ser fabricada, contudo nem todo processo escolhido é necessariamente o melhor. Os estudos feitos sobre os processos de fabricação, suas características, vantagens e desvantagens, fez com que a visão dos processos se ampliasse e abrisse novas possibilidades de fabricação para as mesmas.

Com as revisões teóricas, o estudo de caso foi concluído com o objetivo previsto atingido. Para tanto, foram desenvolvidos os objetivos específicos. Assim, foi possível criar e verificar a importância de uma estrutura de produto para o projeto de processo de um produto e como ela foi importante para auxiliar na decisão do *Make or Buy*.

O estudo dos processos de fabricação baseou a definição dos processos em análise, assim os tempos puderam ser estimados e os custos calculados, resultando no objetivo geral do trabalho de definir um processo de fabricação para um produto com base no custo de fabricação.

Como o produto estudado foi de origem educacional, o trabalho proporcionou entender como funciona uma das atividades do PDP dentro de uma indústria metalúrgica.

Como os processos fabris necessitam sempre da melhoria contínua, definiu-se alguns passos para aprimoramento do estudo em trabalhos futuros como: atentar-se aos fornecedores das matérias-primas e de produtos prontos que serão comprados; aprimorar as informações contidas na BOM, gerando códigos para cada item; utilizar ferramentas como FMEA para aprimoramento do processo de fabricação; analisar com mais ênfase os processos de montagem, pintura e soldagem que foram aplicados igualmente para ambos os processos analisados.

Contudo, este trabalho definiu um processo de fabricação de um produto em desenvolvimento, analisando processos para levantamento de custos e tempos e planejando uma economia de quase 24% no custo de fabricação do produto.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY (APICS). **APICS Dictionary**. 7.ed. Falls Church, American Production and Inventory Control Society, 1992.

BLASIO, Rosana. **Saiba como fazer seu Mapa de Custos**. Disponível em: <<http://www.printconsult.com.br/2013/artigos/outros/artigo-blasio02.html>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

BOMFIM, Eunir de Amorim; PASSARELLI, João. **Custos e Formação de Preço**. São Paulo: Thomson, 2006.

CHASE, RICHARD B., **Beefing up Operations in Service Firms**, Sloan Management Review, 33:1, 1991. 15 p.

CHENG, L. C. E FILHO, L. D. R. M. **QFD – Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry**. Boston-Mass.: Harvard Business School Press, 1991.

CLEMENT, J.; COLDRICK, A.; SARI, J. **Manufacturing data structures: building foundations for excellence with bills of material and process information**. Atlanta, Oliver Wight, 1992.

CRAWFORD. C. Merle. **New product management**. 5th ed. Burr Ridge: Ill., Irwin, 1997.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Curso básico de contabilidade de custos**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA METALURGIA E DE MATERIAIS DA UFMG. **O que é Soldagem**. Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/o-que-e-soldagem>>. Acesso em: 30 out. 2016.

FERREIRA, José Antonio Stark. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GUESS, V.C. **APICS training aid: bills of material**. Revised edition, Falls Church, American Production and Inventory Control Society, 1985.

KRÄNKEL, Fábio. **Treinamento Desenvolvimento Tecnológico DT-13: Pintura industrial com tintas em pó**. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-apostila-curso-dt-13-pintura-industrial-com-tintas-em-po-treinamento-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2016.

LEÃO, Wandick. **O processo de transformação: Input e Output**. 2014. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/o-processo-de-transformacao-input-e-output-entrada-e-saida/78698/>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

MARÇOLA, J.A. **Proposta e desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da produção de sistemas dedicados**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.

NETO, Oscar Guimarães. **Análise de Custos**. Curitiba. IESDE Brasil S.A., 2012

QUEIROZ FILHO, Prof. Esp. João Edson F. de. **Contabilidade de custos e formação de preço**. 2008. Disponível em: <http://www.crc-ce.org.br/crcnovo/download/custos_e_formacao_de_preco.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016.

REDAÇÃO INDÚSTRIA HOJE. **O processo de corte a Laser**. Disponível em: <<http://www.industriahoje.com.br/o-processo-de-corte-a-laser>>. Acesso em: 10 out. 2016.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUSK, P.S. **The role of bill of material in manufacturing systems.** Engineering Cost and Production Economics, v.19, n.1, p.205-211, May, 1990.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Processo de fabricação mecânica.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016. 272 p.

SCHIER, Carlos Ubiratan da Costa. **Custos Industriais.** Curitiba: Ibplex, 2005.

SCHLUSSEL, B. **Principles of product structuring: how to get the most of your bill of material.** In: APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, Orlando, 1995. Proceedings. Falls Church, APICS, 1995.

TELECURSO. **Telecurso profissionalizante de Mecânica: processos de fabricação.** V1. 1 ed. Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2009. 182 p.

TAKAHASHI, S. & TAKAHASHI, V. P. **Gestão de inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.

ULRICH, K. T., EPPINGER, S. D. **Product Design and Development,** 3 ed. New York: McGraw-Hill, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

APÊNDICE A

- 1) NOME DA EMPRESA.
- 2) ENTREVISTADO.
- 3) CARGO DO ENTREVISTADO.
- 4) SEGMENTO DE ATUAÇÃO DA EMPRESA.
- 5) EXISTE UM PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO?
- 6) RESPONSÁVEL PELA DECISÃO DO *MAKE OR BUY*.
- 7) RESPONSÁVEL PELA DECISÃO DOS PROCESSOS INTERNOS.
- 8) QUANTIDADE DE LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUTOS POR ANO.
- 9) PRINCIPAIS PROCESSOS/TECNOLOGIA.
- 10) CUSTO HORÁRIO DOS SETORES.

APÊNDICE B

CÁLCULO DA ÁREA PINTADA												
	Qttd.	Raio (mm)	Área da lateral	Comprimento	Largura 1	Qttd. Lados	Largura 2	Qttd Lados	Área (mm²)	Área (m²)	Área da peça (m²)	
1.1 ESTRUTURA SOLDADA												
1.1.1	1			890	50	2	50	2	178000	0,178	0,178	
1.1.2	2			430	30	2	50	2	68800	0,0688	0,1376	
1.1.3	2			1600	30	2	50	2	256000	0,256	0,512	
1.1.4	1			170	30	2	50	2	27200	0,0272	0,0272	
1.1.5	1			150	20	2	40	2	18000	0,018	0,018	
1.1.6	2			290	20	2	40	2	34800	0,0348	0,0696	
1.1.7	2			140	6,35	4	50,8	2	17780	0,01778	0,03556	
1.1.8	1			73,5	3,2	4	19,05	2	3741,15	0,00374115	0,00374115	
1.1.9	2			105	3,2	4	50,8	2	12012	0,012012	0,024024	
1.1.10	1			120	6,35	4	76,2	2	21336	0,021336	0,021336	
1.1.11	2	7,9375	49,8475	60					2990,85	0,00299085	0,0059817	
									ÁREA DO SUBCONJUNTO	1,03304285		
2.1 GARFO												
2.1.1	1			430	30	2	50	2	68800	0,0688	0,0688	
2.1.2	2			535	30	2	50	2	85600	0,0856	0,1712	
2.1.3	1			420	6,35	4	76,2	2	74676	0,074676	0,074676	
2.1.4	2			50,8	4,75	6	50	4	11607,8	0,0116078	0,0232156	
									ÁREA DO SUBCONJUNTO	0,3378916		
3.1 BASE DA TRACÇÃO												
3.1.1	1			60	6,35	4	76,2	2	10668	0,010668	0,010668	
3.1.2	1			140	6,35	4	76,2	2	24892	0,024892	0,024892	
3.1.3	1	6,35	39,878	60					2392,68	0,00239268	0,00239268	
3.1.4	1	6,35	39,878	76,2					3038,7036	0,003038704	0,003038704	
									ÁREA DO SUBCONJUNTO	0,040991384		
6.1 ELEVAÇÃO												
6.1.1	1	9,525	59,817	72					4306,824	0,004306824	0,004306824	
6.1.2	3	24	3	72					216	0,000216	0,000648	
									ÁREA DO SUBCONJUNTO	0,004954824		