



**FACULDADE HORIZONTINA**

**MARCELO JOSÉ LUCAS**

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO NO PROCESSO DE  
DESEMPENAMENTO DE PEÇAS METÁLICAS**

**HORIZONTINA**

**2016**

**FACULDADE HORIZONTALINA**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**MARCELO JOSÉ LUCAS**

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO NO PROCESSO  
PARA DESEMPENAMENTO DE PEÇAS METÁLICAS**

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

**ORIENTADOR: Sirnei César Kach, Mestre.**

**HORIZONTALINA-RS**

**2016**



**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Implementação de um equipamento no processo para  
desempenamento de peças metálicas”**

**Elaborada por:**

**Marcelo José Lucas**

**Aprovado em: 03/11/2016  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Mestre, Sirnei César Kach  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Mestre, Rafael Luciano Dalcin  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Especialista, Valmir Vilson Beck  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTINA- RS  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais Mario Lucas e Noeli Ribeiro Lucas, aos meus irmãos, minha esposa Daniela, aos meus filhos Maicon e Eduardo que sempre estiveram juntos comigo nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTO**

Quero agradecer a pessoas muito especiais, que estiveram do meu lado, me apoiando, dando força e conselhos. A todas elas, agradeço de coração por estarem na minha vida e fazerem parte da minha história.

Agradeço a Deus por permitir a conquista deste sonho, resultado de lutas e vitórias, sempre me indicando o melhor caminho.

Agradecimento pessoal, aos meus pais e irmãos obrigado, por tudo, sempre, pela vida, pelos ensinamentos, pelos valores, por me apoiarem em todos os momentos.

Agradeço a minha esposa, por estar sempre ao meu lado, em momentos de conquistas e dificuldades.

Agradeço a empresa que oportunizou esta pesquisa, e as pessoas que me auxiliaram na construção deste trabalho.

Juntam-se a estes os agradecimentos aos mestres que me mostraram o caminho para chegar aqui. Em especial ao meu orientador Mestre Sirnei Cesar Kach, pela dedicação e conhecimento.

“Os outros só me podem dar conselhos ou indicarnos o melhor caminho a seguir, mas a formação definitiva do carácter está nas próprias mãos de cada indivíduo.”

*Anne Frank*

## RESUMO

Qualidade é o que as empresas buscam em um mercado cada vez mais competitivo e um diferencial em que o cliente prefere pagar mais pelo produto com maior qualidade. Com isso os itens manufaturados internamente precisam ser de alta qualidade para que o produto final seja competitivo no mercado. Os processos necessitam ser eficientes em todas as operações, com isso esse trabalho através de uma pesquisa-ação procura analisar a melhor opção para a empresa. A análise foi feita em cima 2161 itens que foram divididos em 4 subgrupos: Grupo I: Itens que já possuem a operação de desempenamento em uma máquina desempenadora existente na empresa; Grupo II: Itens que já apresentaram não conformidade por empenamento e não é possível recuperar internamente; Grupo III: Itens que não possuem necessidade de desempenamento; Grupo IV: Itens que apresentaram não conformidade e foram recuperados internamente na máquina desempenadora disponível na empresa. Foram trabalhados os grupos II e IV. O trabalho foi realizado em uma empresa metalmecânica da região noroeste do RS, a qual apresentou demanda para esta necessidade. Foram levantados os valores para terceirização dos itens e o valor de um novo processo com a compra de uma nova máquina desempenadeira, foi comparado a tensão de escoamento do material das peças a serem fabricadas e da máquina. O foco do trabalho é solucionar o problema de empenamento das peças depois de cortadas, quando ainda estão planas. Entre os resultados obtidos destaca-se o alto valor para a terceirização, sendo assim viável e melhor opção a implementação do novo processo, vale destacar também os métodos dos fornecedores de matéria prima para minimizar o empenamento das chapas.

**Palavras-chave:**

Processo.

Análise.

Empenamento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fotografia peça empenada após o processo de corte por oxicorte.....	15
Figura 2- Imagem de desempenamento manual de uma chapa metálica. ....	16
Figura 3- Imagem de desempenamento por cilindro. ....	17
Figura 4- Imagem de desempenadora de chapas modelo DC – 1206 – CNC. ....	19
Figura 5- Imagem de aplanadora Desempenadeira de chapas MCKAY modelo 2.200.....	19
Figura 6- Imagem de desbobinadora e endireitador SCHULER modelo AHR 250/2 .....	20
Figura 7- Imagem de desempenadeira SCHUBERT modelo WMP 30/450. ....	20
Figura 8- Representação de FEpsc.....	25
Figura 9- Imagem parcial da planilha dos itens para análise.....	27
Figura 10- Fluxograma com o processo de desempenamento analisado.....	29
Figura 11- Gráfico demonstrando a espessura dos itens. ....	30
Figura 12- Gráfico conforme análise dos itens.....	31
Figura 13- Gráfico dos itens analisados. ....	32
Figura 14- Tensão de Escoamento do material .....	34
Figura 15- Capacidade da máquina pela largura da peça. ....	35



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Refugos do período julho de 2015 a julho de 2016.....	33
Quadro 2- Tensão de escoamento das matérias primas.....	35
Quadro 3- Descrição da matéria prima.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA.....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4 JUSTIFICATIVA.....	13
1.5 OBJETIVO GERAL.....	14
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 PROCESSO DE DESEMPENAMENTO.....	15
2.2 MÁQUINAS DESEMPENADORAS .....	18
2.3 TERCEIRIZAÇÃO .....	21
2.4 NÃO CONFORMIDADE .....	22
2.5 PROPRIEDADE DOS MATERIAIS .....	23
2.6 CUSTOS INDUSTRIAIS .....	24
2.7 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS .....	25
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO.....	29
4.2 ANÁLISE DOS ITENS COM ESPESSURA MAIOR QUE 6 MM QUE APRESENTARAM NÃO CONFORMIDADE POR EMPENAMENTO.....	30
4.3 IDENTIFICAÇÃO DE REFUGOS .....	32
4.4 CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO DAS PEÇAS.....	33
4.5 CUSTO PARA PRODUÇÃO E OPERAÇÃO CONSIDERANDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DESEMPENADORA.....	33
4.6 COMPARAÇÃO DA TENSÃO DE ESCOAMENTO MÁQUINA/PEÇA.....	34
4.7 IDENTIFICAR JUNTO AOS FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA MÉTODOS QUE MINIMIZEM O PROBLEMA DE EMPENAMENTO.....	36
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>41</b>
APÊNDICE A – FLUXOGRAMA ATUAL DO PROCESSO PRODUTIVO.....	42
APÊNDICE B – CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO .....	43
APÊNDICE C – CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO .....	45
APÊNDICE D – CUSTO PARA PRODUÇÃO E OPERAÇÃO.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola tem como objetivo a utilização de máquinas e equipamentos para a realização das atividades de produção, visando a otimização a obtenção de altas taxas de produtividade agropecuárias, com a racionalização dos custos e a preservação dos recursos naturais e ambientais. O processo de mecanização agrícola ocorreu de forma mais intensiva após a Segunda Guerra mundial, juntamente com os avanços tecnológicos de materiais e processos de fabricação.

Atualmente, estão disponíveis no mercado de máquinas agrícolas uma diversidade de marcas e modelos. No Brasil existem oito empresas fabricantes de máquinas agrícolas associadas à ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), sendo elas: AGCO, Agrale, Caterpillar, CNH Industrial, John Deere, Komatsu, Massey Ferguson e Valtra (ANFAVEA, 2015). No mundo, existem diversas marcas sendo comercializadas, são elas: Class, é de origem alemã com atuação regional; Kubota, é de origem japonesa com atuação regional na Ásia e América do Norte; Yanmar, é de origem japonesa com atuação regional, Estados Unidos e América Latina; Same Deutz Farh, é de origem alemã e atua na Europa; Argo, é de origem italiana com atuação regional; Bobard, é de origem francesa com atuação regional; Carraro, é de origem italiana com atuação regional; Fóton, é de origem chinesa com atuação regional e Eichner que tem origem indiana e atua no mercado regional (VIAN & JÚNIOR, 2010)

No Brasil, atualmente a ANFAVEA disponibiliza a produção de máquinas agrícolas por estados, permitindo conhecer a participação de cada estado na produção de máquinas agrícolas. No ano de 1990, o estado de São Paulo detinha a produção de 56,4%, oriunda das empresas Caterpillar, Cbt, Engesa, For New Holland, Ji Case, Komatsu, Kubota, Valmet e Yanmar. O Rio Grande do Sul em 1990, detinha a produção de 38,8% oriunda das empresas Agrale, Ideal, Maxion e SLC. No ano de 2015, o estado de São Paulo detinha a produção de 25,9%, oriunda das empresas CNH, Caterpillar, Komatsu e Valtra, o estado do Paraná detinha 22,8% oriunda das empresas CNH e Caterpillar e o estado do Rio Grande do Sul, 46,7% da produção oriunda das empresas AGCO, Agrale e John Deere (ANFAVEA, 2015).

Atualmente diversas empresas enfrentam dificuldades com empenamentos de peças com espessuras maiores que 6mm gerando retrabalhos e refugos, pois o processo não absorve as tolerâncias provenientes da matéria prima fornecida, isso pode ser um problema enfrentado por todos os fabricantes de maquinas agrícolas, pois os fornecedores na maioria são os mesmos. Esse trabalho visa fazer um estudo para implementação de uma nova

desempenadeira nos processos, de maneira que possa minimizar o impacto de peças empenadas nos processos seguintes.

Os modernos processos tecnológicos existentes para o processamento de chapas metálicas, aliados ao constante aumento da qualidade dos produtos agrícolas e as especificações técnicas dos produtos e processos. A partir de então, tornam-se eficientes para o alcance da produtividade e geram divergências, pois as indústrias de matéria prima não tiveram a mesma evolução em processos, gerando impacto significativos aos modernos processos da indústria em geral.

## 1.1 TEMA

As indústrias estão priorizando a execução de seus projetos de forma global, onde as máquinas e equipamentos projetados, fabricados e comercializados na Europa estão disponíveis nas Américas simultaneamente, da mesma forma que as máquinas fabricadas no Brasil são exportadas para os mais diversos países do mundo. Neste cenário, as indústrias buscam a adoção de práticas de produção que possibilitem tornar a marca destaque no atual mercado competitivo. A busca por melhorias faz parte da rotina das indústrias, como forma de adequar-se as constantes oscilações do mercado e os requisitos dos clientes.

As indústrias de máquinas e equipamentos agrícolas utilizam como principal matéria-prima as chapas metálicas, que são a base para a fabricação de diversos componentes e, são geralmente fornecidas em bobinas, pois devido ao grande volume de comercialização tem o menor custo e ocupa pouco espaço físico. Neste caso, passam por um processo denominado desbobinamento, que não elimina totalmente as tensões residuais presentes no material.

Após o desbobinamento, as chapas são submetidas aos demais processos produtivos: corte, dobra, solda, usinagem, prensa, etc. Em qualquer um destes, as peças podem sofrer deformações que afetam a qualidade do produto e uma das principais não conformidades é o empenamento das chapas.

A falta de um processo que minimize as tensões residuais presentes no material enquanto a matéria prima se encontra em laminas de chapa, isso acarreta dificuldades aos processos seguintes, gerando retrabalhos e refugos porque as peças não atingem as tolerâncias indicadas no projeto, afim de solucionar o problema de empenamento o estudo visa apontar a melhor opção para a empresa, que seria terceirizar as peças, implementar um novo equipamento ou sugerir melhoria da matéria prima junto aos fornecedores.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O foco do trabalho é solucionar o problema de empenamento das peças depois de cortadas, quando ainda estão planificadas (sem dobras), pois torna mais fácil a solução.

O critério usado para definir o nível de quanto o empenamento permissível, será através do que especifica o desenho da peça e se não constar a medida, avalia-se pela norma, que está indicada no próprio desenho. Desempenando-se as peças não conforme, os processamentos seguintes são realizados com baixa possibilidade de problema, eliminando-se retrabalhos subsequentes.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Neste contexto, o problema de pesquisa abordado neste trabalho é: O estudo para a implementação do processo de desempenamento, a terceirização do processo ou a compra de matéria prima de melhor qualidade para a fabricação de itens manufaturados em uma indústria de máquinas agrícolas do noroeste do estado do Rio Grande do Sul?

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Historicamente, o mercado de máquinas agrícolas é considerado sazonal, com períodos onde ocorre um grande número de vendas e com períodos de baixas vendas. No cenário atual, dados apresentados pela ANFAVEA (2015) indicam que no ano de 2015 a produção de colhedoras e de tratores com rodas caíram 48,98% e 31,54%, respectivamente.

Para o ano de 2016 está sendo esperado uma melhora do setor de máquinas agrícolas. Desta forma, as empresas precisam por meio de seus planejamentos estratégicos e de negócios estarem preparadas para atender as demandas do mercado.

Desta forma, cabe a indústria, mais especificamente ao setor de engenharia, realizar as análises de viabilidade de implementação de processos internos ou a sua terceirização, levando em consideração uma série de fatores, tais como, o número de itens afetados, o tempo de produção, número de colaboradores envolvidos, espaço físico disponível, disponibilidade de recursos financeiros e outros.

Com a realização deste trabalho, será possível auxiliar a empresa envolvida no estudo, na tomada de decisão. A fim de diminuir os índices de não conformidade por empenamento das peças, os custos de retrabalho, atrasos e paradas indesejadas na linha de produção, se

avaliará a implementação de um equipamento no processo de desempenamento de peças metálicas, a terceirização do processo ou a compra de matéria prima de melhor qualidade. Após a avaliação, a empresa tomará a decisão e tornara este processo produtivo, ficando independente de fornecedores ou prestadores de serviços.

### 1.5 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é analisar a viabilidade de implementação de um equipamento no processo de desempenamento de peças metálicas, a terceirização do processo ou a compra de matéria prima de melhor qualidade.

### 1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são o conjunto de atividades que convergem para o atendimento do objetivo geral do trabalho, que neste caso são:

- Identificar os principais processos de desempenamento existentes e as máquinas desempenadoras;
- Identificar o fluxo das peças desde o processo de corte até o ponto de uso e o fluxo de peças retrabalhadas;
- Analisar os itens com espessura maior que 6 mm que apresentaram não conformidade por empenamento;
- Identificar os refugos de produção;
- Calcular o custo da terceirização das peças;
- Calcular o custo para a produção considerando a implementação de uma máquina desempenadora;
- Comparar a tensão de escoamento do material da tabela da máquina desempenadora com a tensão das peças;
- Identificar junto aos fornecedores de matéria prima, métodos que minimizem o problema de empenamento.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Apresenta-se nesta etapa, o embasamento teórico relativo ao processo de desempenamento, máquinas desempenadoras, processo de terceirização, conceituação de não conformidade e propriedades dos materiais, direcionando a solução do problema gerador deste trabalho.

### 2.1 PROCESSO DE DESEMPENAMENTO

Durante os processos produtivos, as peças processadas podem apresentar distorções indesejadas, conforme a figura 1, sua correção torna-se necessária a fim de evitar a perda dos componentes. Na área mecânica e metalúrgica, o processo responsável por corrigir as não conformidades de empenamento é conhecido como desempenamento, que consiste na operação de endireitar chapas, tubos, arames, barras e perfis metálicos, conforme as especificações do projeto. O modo de desempenar vai depender do material da peça e do produto final a ser obtido (TELECURSO 2000, 1997).

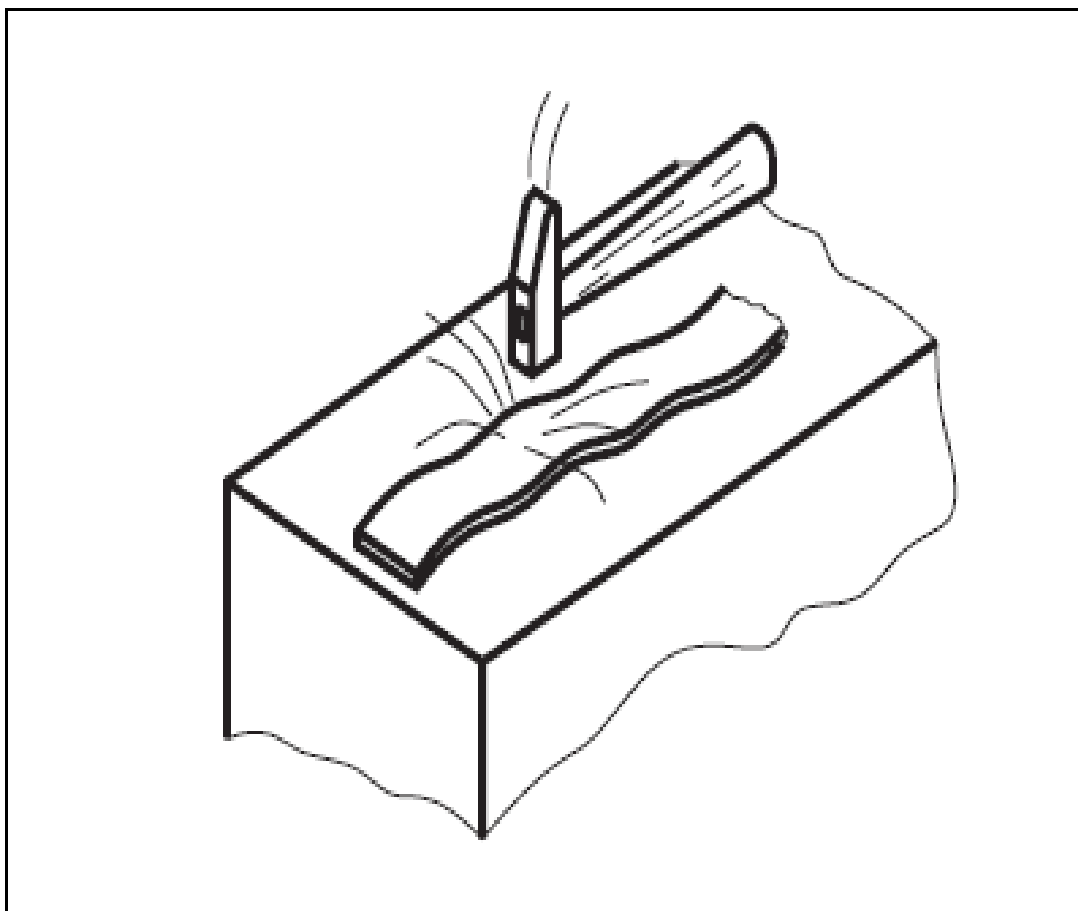
Figura 1- Fotografia peça empenada após o processo de corte por oxicorte.



**Fonte:** ARKU (2016).

Segundo Telecurso 2000 (1997), o método mais tradicional e manual de desempenamento de chapas metálicas consiste na utilização ferramentas de impacto, como martelos e marretas, conforme mostrado na figura 2.

Figura 2- Imagem de desempenamento manual de uma chapa metálica.



**Fonte:** TELECURSO 2000 (1997).

A utilização de martelo e fogo é um método clássico, sendo que a peça é previamente aquecida para depois ser submetida ao processo de desempenamento. Algumas indústrias utilizam calandras, porém as tensões acumuladas não são removidas totalmente, e o tempo tende a ser maior. A utilização de prensas geralmente é utilizada para o desempenamento de peças com espessuras superiores a 6 mm, porém este método apresenta as mesmas características do emprego da calandra (ARKU, 2016).

O processo de desempenamento também pode ser realizado por máquinas endireitadoras automáticas e endireitadoras de precisão servo-hidráulicas. A tendência atual é a utilização do processo de desempenamento por cilindros, conforme figura 3, onde a peça metálica ao passar pelos conjuntos de rolos sofre deformação, de tal forma que o conjunto de rolos na entrada aplica uma maior carga, e na saída o conjunto de rolos aplica uma carga menor, de tal forma a desempenar a peça metálica (ARKU, 2016).



Figura 3- Imagem de desempenamento por cilindro.



**Fonte:** ARKU (2016).

De um modo geral, o processo de desempenamento é realizado em produtos semimanufaturados como chapas, barras, perfis, tubos e arames, que apresentam deformações causadas pelos processos de fabricação, transporte inadequado ou armazenamento incorreto. Ainda assim existem peças que apresentam deformações causadas nas operações de fabricação (TELECURSO 2000, 1997).

Devido as propriedades dos materiais, nem todos podem ser submetidos ao processo de desempenamento. De uma forma geral, aços-carbono, aços especiais, alumínio, cobre, zinco, chumbo e a maior parte das ligas metálicas podem ser desempenados. Ferros fundidos cinzentos, geralmente não são desempenáveis, devido as suas características físicas e químicas e quebram-se facilmente quando submetidos a esforços de endireitamento (TELECURSO 2000, 1997).

Além de depender do material, outro fator relevante ao processo de desempenamento é a espessura do componente, desta forma, o processo pode ser realizado a quente ou a frio, de forma manual ou automatizado. No processo automatizado são utilizadas máquinas como prensas, calandras, martelotes pneumáticos e outros, sendo exercida uma força capaz de planificar as peças até atenderem as tolerâncias dimensionais e geométricas definidas no projeto (TELECURSO 2000, 1997).

Dependendo da forma como é executado, o Telecurso 2000 (1997) classifica o desempenamento como:

- Desempenamento por flexão: corresponde ao procedimento inverso ao processo de dobramento, as forças externas flexoras atuam no material de tal forma que ele adquire a forma desejada, sendo possível desempenar chapas, barras, perfis e tubos;
- Desempenamento por torção: o material é submetido a forças de torção, sendo necessário aplicar uma força no material para o mesmo girar, sendo necessário aplicando-se um giro levemente maior que o necessário devido a característica de elasticidade de cada material, sendo possível desempenar chapas, barras e perfis;
- Desempenamento por estiramento: o material é submetido a forças de tração que alongam a secção transversal do material;
- Desempenamento por calor: o material é submetido a uma fonte de calor, sendo submetido uniformemente ao longo da peça, neste caso é preciso levar em consideração os fenômenos de dilatação e contração.

## 2.2 MÁQUINAS DESEMPENADORAS

Atualmente, estão disponíveis no mercado diversas máquinas que realizam o processo de desempenamento.

O fabricante CALFRAN, tecnologia em conformação de metais disponibiliza vinte diferentes modelos de máquinas desempenadeira DC 1206, (figura 4), DC1504, DC1213, DC1510, DC2008, DC1220, DC1516, DC2013, DC1225, DC1520, DC2016, DC1235, DC1530, DC2025, DC1240, DC1535, DC2030, DC1245, DC1540 e DC2035. DC corresponde a Desempenadeira de Chapa, os dois primeiros dígitos são referentes a largura da máquina e os dois últimos dígitos são referentes a espessura máxima da chapa a ser desempenada, sendo que a espessura mínima é de um terço da espessura máxima (CALFRAN, 2016).

Figura 4- Imagem de desempenadora de chapas modelo DC – 1206 – CNC.



**Fonte:** CALFRAN (2016).

A empresa BETAMACCHINE – máquinas operatrizes e ferramentas comercializa três diferentes modelos de máquinas desempenadoras:

- Aplanadora desempenadeira de chapas da marca MCKAY modelo 2.200 (figura 5), com capacidade de desempenar chapas metálicas com largura máxima de até 2200 mm e com espessura máxima de 2 mm (BETAMACCHINE, 2016).

Figura 5- Imagem de aplanadora Desempenadeira de chapas MCKAY modelo 2.200.



**Fonte:** BETAMACCHINE (2016).

- Desbobinadora e endireitadora de chapas da marca SCHULER modelo AHR 250/2 (figura 6), com largura máxima das peças de até 250 mm e espessura máxima de 2 mm (BETAMACCHINE, 2016)

Figura 6- Imagem de desbobinadora e endireitador SCHULER modelo AHR 250/2



**Fonte:** BETAMACCHINE (2016).

- Aplanadora/desempenadeira de peças em chapas da marca SCHUBERT, modelo WMP 30/450, (figura 7), (BETAMACCHINE, 2016).

Figura 7- Imagem de desempenadeira SCHUBERT modelo WMP 30/450.



**Fonte:** BETAMACCHINE (2016).

Permite desempenar peças com largura máxima de 450 mm e espessura máxima de 6 mm, e apresenta um sistema automatizado por CLP – Controlador Lógico Programável (BETAMACCHINE, 2016).

## 2.3 TERCEIRIZAÇÃO

A terceirização consiste em acordos que emergem quando as empresas contam com mercados intermediários para prover capacidades específicas que suplementam àquelas da própria empresa (HOLCOMB; HITT, 2006).

A terceirização pode ter dois fins, o primeiro é a terceirização por abstenção, onde a empresa recorre ao mercado intermediário para evitar investimentos com a internalização da atividade. O segundo é a terceirização por substituição, que se refere ao processo no qual a empresa substitui as atividades antes de internalizadas por capacidades de mercados intermediários (GILLEY; RASHEED, 2000).

Marcelino e Cavalcante (2012) descrevem duas modalidades de terceirização:

A primeira (modalidade de subcontratação) envolve uma terceirização da produção motivada pelas necessidades de alcançar níveis de qualidade e produtividade superiores. As inovações tecnológicas e de gestão da produção obtidas ao nível da empresa subcontratante são transferidas para as empresas subcontratadas. O segundo caso que pode ser chamado de "terceirização por contingência" significa a externalização da produção como mecanismo de redução de custos de produção. Transferir para o trabalhador os custos de energia, equipamento e espaço e apoiar-se numa força de trabalho sem o ônus da legislação trabalhista são as motivações principais da subcontratação no segundo modelo.

Quando uma indústria define que uma etapa de seu processo produtivo será terceirizada ela precisa estar ciente de que, a terceirização é um relacionamento, podendo sofrer problemas, entre eles, dependência, incompatibilidade cultura, alinhamento de objetivos e promessas excessivas. Além disso, era o receio por parte da contratante, de perder informações-chave do mercado obtidas por meio de contato direto com os clientes (LIMA, 2004).

Razzaque e Sheng (1998) cita outras barreiras que devem ser conhecidas antes de adotar a terceirização, sendo elas, o medo de perder o controle das atividades, contato com informações valiosas, falhar na seleção dos operadores, não cumprimento do contrato, dificuldade de trocar de fornecedor e a dificuldade em muitas vezes de medir os resultados.

Alinhado com os autores mencionados anteriormente, Giosa (1997) destaca as vantagens e desvantagens obtidas com o processo de terceirização. Tendo como vantagens: especialização dos serviços, competitividade, aprimoramento do sistema de custeio, busca da qualidade, desenvolvimento econômico, controles adequados, diminuição do desperdício, agilidade das decisões, menor custo, maior lucratividade e maior crescimento. O autor cita

como desvantagens: dificuldade de encontrar a parceria ideal e especializada, resistências e conservadorismo de empresas contratadoras, riscos de coordenação de custos internos, garantias e cumprimento de normas de qualidade exigidas.

- Leite (2012) classifica em quatro tipos o processo de terceirização:
- Tipo I: Processos ligados às atividades da empresa. Ex: produção, distribuição, operação;
- Tipo II: Processos não ligados à atividade-fim da empresa. Ex: publicidade e limpeza;
- Tipo III: Atividades de suporte à empresa. Ex: treinamento, seleção e pesquisa;
- Tipo IV: Substituição de mão-de-obra direta, por mão-de-obra indireta ou temporária.

## 2.4 NÃO CONFORMIDADE

Segundo a ISO 9000 (2000), uma não conformidade é um não atendimento a um requisito, sendo que uma não conformidade nunca é bem vista nas organizações.

As não conformidades podem ser classificadas em menor ou maior grau em termos de severidade. As não conformidades de menores referem-se as falhas pontuais em uma máquina, processo ou peça. As não conformidades maiores referem-se as falhas sistemáticas em todo um processo, não atendendo por completo um requisito (ISO 9000, 2000).

Quando ocorre uma não conformidade a organização deve primeiramente reagir, tomando ações para controlá-la e corrigi-la e saber lidar com as consequências da ocorrência da não conformidade (ISO 9001, 2015).

Em seguida a organização deve avaliar a necessidade de ações para eliminar as causas da não conformidade, esta etapa consiste em analisar criticamente a não conformidade, determinar as causas, verificar se não conformidades similares poderiam ocorrer (ISO 9001, 2015).

O terceiro passo consiste na implementação de qualquer ação corretiva julgada necessária. Em seguida analisasse criticamente a eficácia da ação adotada, desta forma é possível atualizar os riscos e oportunidades. Por fim, realiza-se as mudanças no sistema de qualidade, quando necessário e a organização deve documentar com evidências todas as informações coletadas ao longo do processo (ISO 9001, 2015).

Neste contexto, a melhoria contínua é um processo que a organização deve melhorar continuamente a adequação, suficiência e eficácia do sistema de gestão da qualidade, considerando o resultado de análises e avaliações a fim de estabelecer oportunidades de melhoria (ISO 9001, 2015).

## 2.5 PROPRIEDADE DOS MATERIAIS

A propriedade de um material é uma característica que ele apresenta, as propriedades dos materiais podem ser organizadas em seis diferentes categorias, mecânicas, elétricas, térmica, magnética, ótica e deteriorativa (CALLISTER; WILEY, 1991).

Os materiais quando em uso são submetidos a esforços ou cargas, nesta situação, é importante conhecer as características do material para garantir que tais cargas não vão deformar e ocasionar fraturas no produto final. As propriedades mecânicas dos materiais são determinadas por experimentos de laboratório, que buscam o mais próximo possível reproduzir as condições de uso (CALLISTER; WILEY, 1991).

Todos os materiais se rompem quando submetidos a um carregamento no qual a tensão seja maior que a da sua resistência mecânica. A maioria dos materiais metálicos, ao ser submetida a uma tensão de tração crescente, se comporta dentro do grupo dos que ‘cedem’ antes de romper. As propriedades mecânicas de um metal se modificam em função da temperatura em que ele se encontra (BEER; JOHNSTON, 1995).

As propriedades mecânicas dos materiais não dependem exclusivamente de sua composição química, mas também de outros fatores como o tipo de tratamento térmico empregado. Para materiais com características dúcteis, as tensões limites de tração e de compressão são consideradas de igual valor enquanto as tensões limites tangenciais são verificados com valor cerca de 60% das tensões normais (BEER; JOHNSTON, 1995).

Se uma carga é estática ou varia de maneira relativa com o tempo e está aplicada uniformemente sobre uma superfície de um elemento estrutura, o comportamento mecânico pode ser determinado por um teste de tensão-deformação, este teste é realizado nos materiais a temperatura ambiente, existe três formas de aplicar a carga, tensão, compressão e cisalhamento (CALLISTER; WILEY, 1991).

O limite de resistência a tração (MPa) é a tensão máxima na curva de tensão-deformação, isto corresponde a tensão máxima que pode ser suportada por uma estrutura em tração, se esta tensão aplicada for mantida a fratura ocorrerá. Toda a deformação até este ponto é uniforme através de toda a região mais estreita da amostra de tração. Entretanto, nesta tensão máxima, um pequeno estreitamento começa a se formar, este fenômeno é denominado



de estrição, e a fratura ocorre neste ponto. Desta forma, a resistência a fratura ou resistência a ruptura corresponderá a tensão na fratura (CALLISTER; WILEY, 1991).

Na tensão de escoamento deve ser levado em consideração os valores de tração e de cisalhamento, sendo medido em MPa. Para o aço 1020 laminado a frio, o valor limite para a tração é de 350 MPa, e de cisalhamento é de 210 MPa. Para o aço 1040 laminado a frio o valor limite para a tração é de 490 MPa e de cisalhamento é de 290 MPa (BEER; JOHNSTON, 1995).

## 2.6 CUSTOS INDUSTRIAIS

Os custos representam todos os valores consumidos na elaboração de um produto ou na prestação de um serviço. Os custos podem ser representados por três principais componentes: materiais diretos, matéria-prima, embalagem; mão de obra direta, mensurada e identificada de forma direta; custos indiretos, custos que não são enquadrados nos dois primeiros (BRUNI, 2012).

Segundo Bruni (2012), o custo do consumo de material direto pode ser calculado pela Equação 1.

$$\text{Consumo de matéria direto} = \text{Estoque inicial} + \text{Compras} - \text{Estoques} \quad (1)$$

Segundo Durán (2004), custo pode ser definido como a remuneração dos fatores de produção utilizados na preparação e execução de um processo produtivo. O mesmo autor ainda define custo unitário do produto como sendo o total dos custos referentes a cada unidade produzida. Ainda o autor classifica os custos em custos fixos e custos variáveis. Sendo que os custos fixos são os que não variam em função de uma determinada quantidade produzida de produtos ou serviço. Já os custos variáveis são os que variam em função dos níveis de vendas, produção ou serviços prestados.

Os custos também podem ser classificados em custos diretos ou custos indiretos. Os custos diretos ocorrem quando não existem maiores dificuldades para relacionar um determinado custo a um dado produto, os custos indiretos ocorrem quando não fica claro essa relação, sendo difícil identificar os objetos de custo (DURÁN, 2004).

Neste contexto, os custos de produção estão relacionados com a fabricação dos produtos, Durán (2004) apresenta a Equação 2 para determinar o custo de produção.



$$\text{Custo de produção} = MP + MOD + CIF \quad (2)$$

Onde:

MP = Custo da matéria prima

MOD = Custo da mão de obra direta

CIF = Custo indiretos de fabricação

Os custos de produção derivam de outros tipos de custos, sendo os principais, os custos de primários e custos de transformação. Os custos primários podem ser calculados pela Equação 3.

$$\text{Custo primário} = MP + MOD \quad (3)$$

Já os custos de transformação podem ser calculados pela Equação 4.

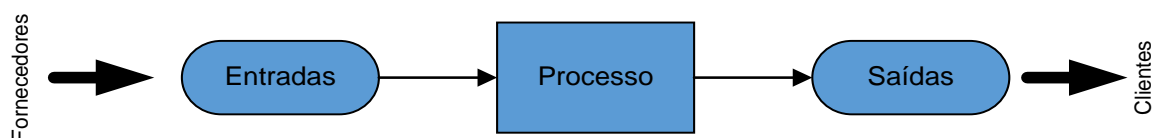
$$\text{Custo de transformação} = MOD + CIF \quad (4)$$

## 2.7 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS

O mapeamento do processo é uma tarefa importante, permitindo que seja conhecida com detalhe e profundidade todas as operações que ocorrem durante a fabricação de um produto (CARVALHO *et al.* 2006).

Para ocorrer um mapeamento correto é fundamental que o levantamento das atividades seja realizado no local do trabalho com as pessoas que executam as operações. A primeira fase de um mapeamento é feita para definir as fronteiras do processo que será estudado. Conforme a figura 8, a técnica chama-se FEPSC – Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas, Clientes. A figura 8.

Figura 8- Representação de FEPSC.



**Fonte:** Adaptado Carvalho *et al.* (2006).

Segundo Aguiar (2002), o objetivo da elaboração do fluxograma fornece um procedimento de visualização das etapas de um processo, além de permitir visualizar,

apresentar, ordenar e orientar as tarefas e ou operações. Também permite documentar o funcionamento de um processo ou etapa produtiva com o objetivo de facilitar o entendimento do seu entendimento.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa é um processo permanentemente inacabado, sendo a pesquisa científica um resultado de um inquérito ou exame minucioso realizado com o objetivo de resolver um problema por meio de procedimentos e técnicas científicas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Segundo Gerhardt; Silveira (2009), a pesquisa pode ser classificada quanto a abordagem (qualitativa ou quantitativa), quanto aos objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa), quanto aos procedimentos (experimental, bibliográfica, documental, de campo, levantamento, de caso, participante ou pesquisa-ação).

Segundo Gil (2008) o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória com estudo de caso, uma pesquisa-ação. Segundo Fonseca (2002), a pesquisa-ação é o processo de pesquisa que recorre a uma metodologia sistemática no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa. Neste sentido, o trabalho foi organizado em cinco etapas, sendo elas:

**1º etapa:** A Engenharia de Manufatura da empresa disponibilizou uma planilha eletrônica contendo 2161 itens para análise. Nesta planilha consta informações como código dos itens, código da matéria prima, descrição da matéria prima e observações figura 9.

Figura 9- Imagem parcial da planilha dos itens para análise.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO MATÉRIA PRIMA	OBSERVAÇÕES
A1	CHAPA 10X1200X3000 JDM A13C	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14
A2	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A3	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A4	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A5	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A6	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A7	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A8	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A9	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A10	CHAPA 12,50 x 1220 x 3000mm ASTM A-36 (M	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14
A11	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A12	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A13	CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14
A15	6	Tivemos problema de empenamento foi passado na CL14
A16	CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14
A17	CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14
A18	CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38	Já tivemos problema de empenamento e não é possível passar na CL14

Fonte: Autor (2016).

Os 2161 itens com espessura maior que 6 mm foram classificados em 4 grupos:

- Grupo I: Itens que já possuem a operação de desempenamento em uma máquina desempenadora existente na empresa;
- Grupo II: Itens que já apresentaram não conformidade por empenamento sem possibilidade de recuperação na empresa;
- Grupo III: Itens que não possuem necessidade de desempenamento;
- Grupo IV: Itens que apresentaram não conformidade e foram recuperados internamente, em uma máquina desempenadora disponível na empresa.

Com a classificação dos itens por grupos, o foco do trabalho é solucionar o Grupo II e Grupo IV.

**2º etapa:** Corresponde a elaboração do fluxograma das etapas produtivas dos itens em conformidades com o especificado e dos itens que apresentaram não conformidade e foram retrabalhados. Foi realizado o acompanhamento dos itens desde a etapa de programação até o ponto de uso.

**3º etapa:** O custo da terceirização foi mensurado pelo departamento de materiais, juntamente aos fornecedores da empresa.

**4º etapa:** O custo para produção e operação, considerando a implementação de uma máquina desempenadora foi determinado pelas seguintes equações: O custo do novo processo de desempenamento foi baseado em cima da multiplicação do valor da hora máquina similar, multiplicado pelo valor das horas anuais usadas para a fabricação da demanda.

**5º etapa:** Comparou-se a tensão de escoamento do material das peças fabricadas com a tensão de escoamento da máquina desempenadora. A partir de informações fornecidas pelos documentos técnicos dos fornecedores de materiais e do fabricante da máquina desempenadora.

## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO

Primeiramente foi realizado o acompanhamento dos itens, desde a fase de programação até o ponto de uso. Desta forma foi possível identificar o fluxo das peças conformes e das peças que apresentaram não conformidade e precisam passar pelo processo de retrabalhado, além de permitir identificar os trabalhos que não agregam valor ao produto final.

O fluxograma do apêndice A corresponde ao processo atual, que apresenta várias etapas que não agregam valor ao produto, acarretando em um elevado tempo de produção, sendo pouco produtivo.

O fluxograma da figura 10 apresenta o processo de desempenho analisado.

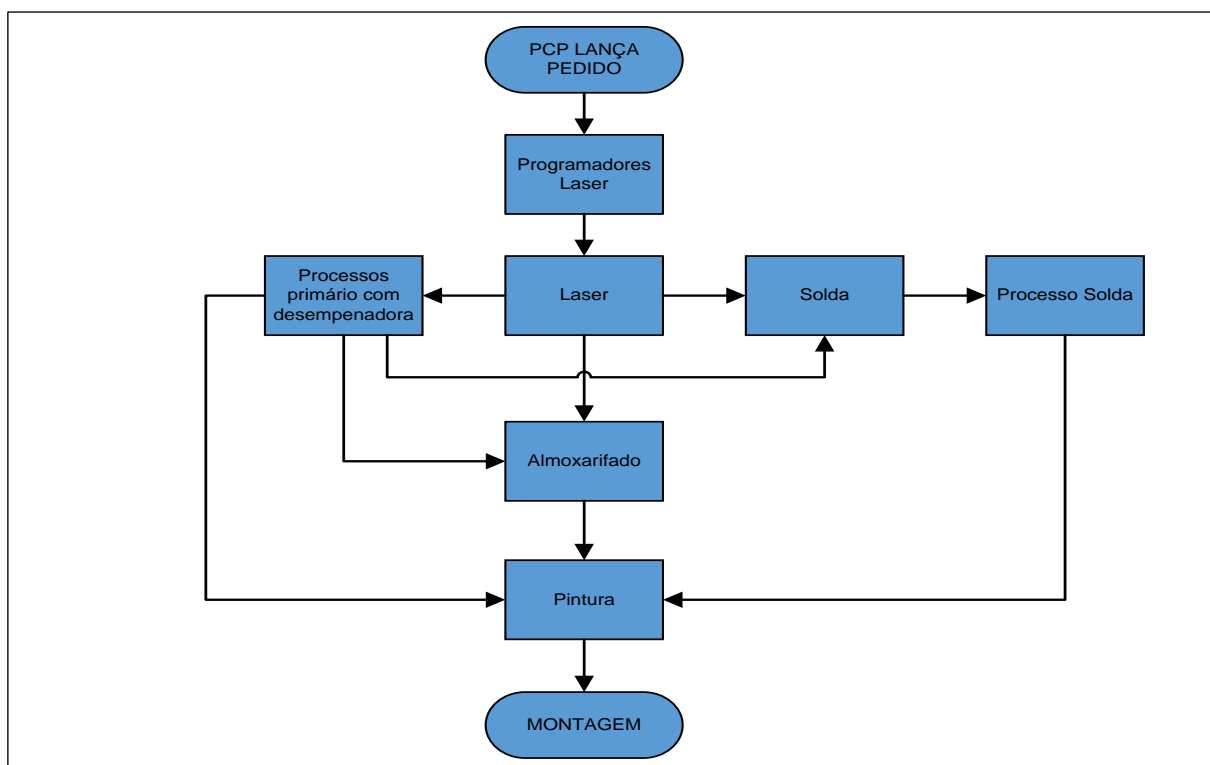


Figura 10- Fluxograma com o processo de desempenho analisado.

**Fonte:** Autor (2016).

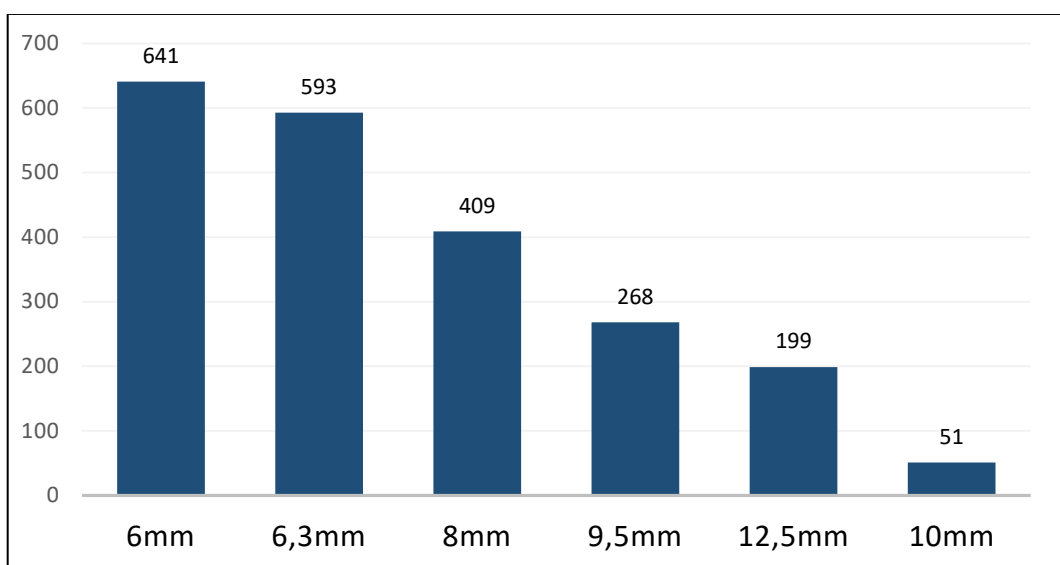
É possível identificar o ponto onde as peças que apresentarem não conformidade serão corrigidas. Desta forma as peças ficam planificadas nos processos primários e vão para a solda, eliminando etapas e movimentações desnecessárias.

## 4.2 ANÁLISE DOS ITENS COM ESPESSURA MAIOR QUE 6 MM QUE APRESENTARAM NÃO CONFORMIDADE POR EMPENAMENTO

A planilha com os códigos dos itens, códigos da matéria prima e descrição da matéria prima foram disponibilizadas pela engenharia de manufatura. A demanda de peças por ano foi fornecida pelo PCP, (planejamento e controle de produção).

Foram analisados 2161 itens manufaturados internamente, todos com espessura maior que 6 mm, conforme apresentado na figura 11.

Figura 11- Gráfico demonstrando a espessura dos itens.

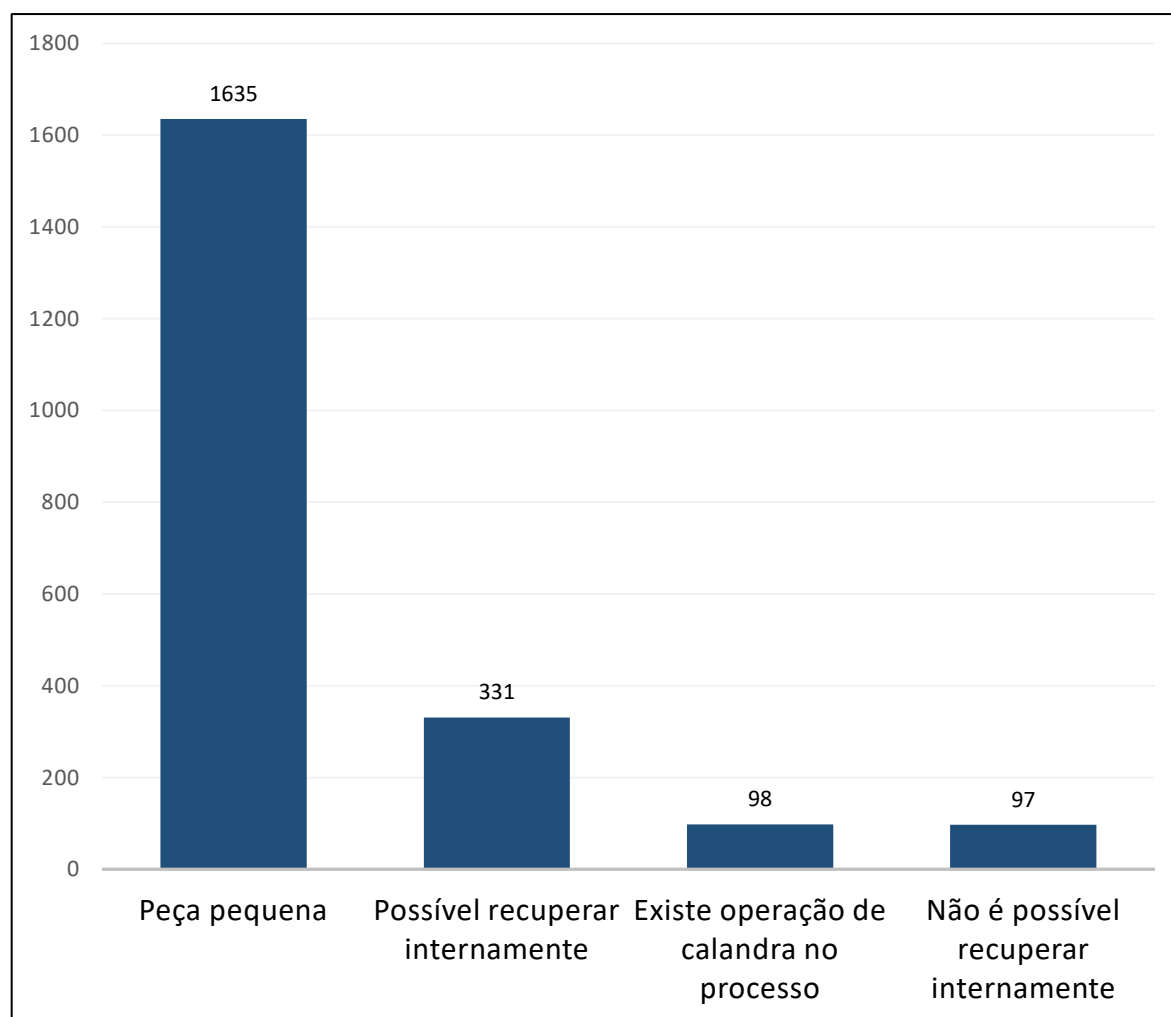


**Fonte:** Autor (2016).

Conforme análise realizada foram classificados em 4 subgrupos, figura 12:

- Não tem necessidade de endireitamento, pois são peças pequenas, 1635 itens;
- Apresentaram não conformidade e foram recuperados internamente em uma desempenadeira de menor capacidade que já existe no setor, 331 itens.
- Itens que já passam por operação de desempenamento em uma desempenadeira de menor capacidade que já existe no setor, 98 itens;
- Itens que já apresentaram problema de empenamento e não é possível recuperar internamente devido a desempenadeira não ter capacidade, 97 itens;

Figura 12- Gráfico conforme análise dos itens.

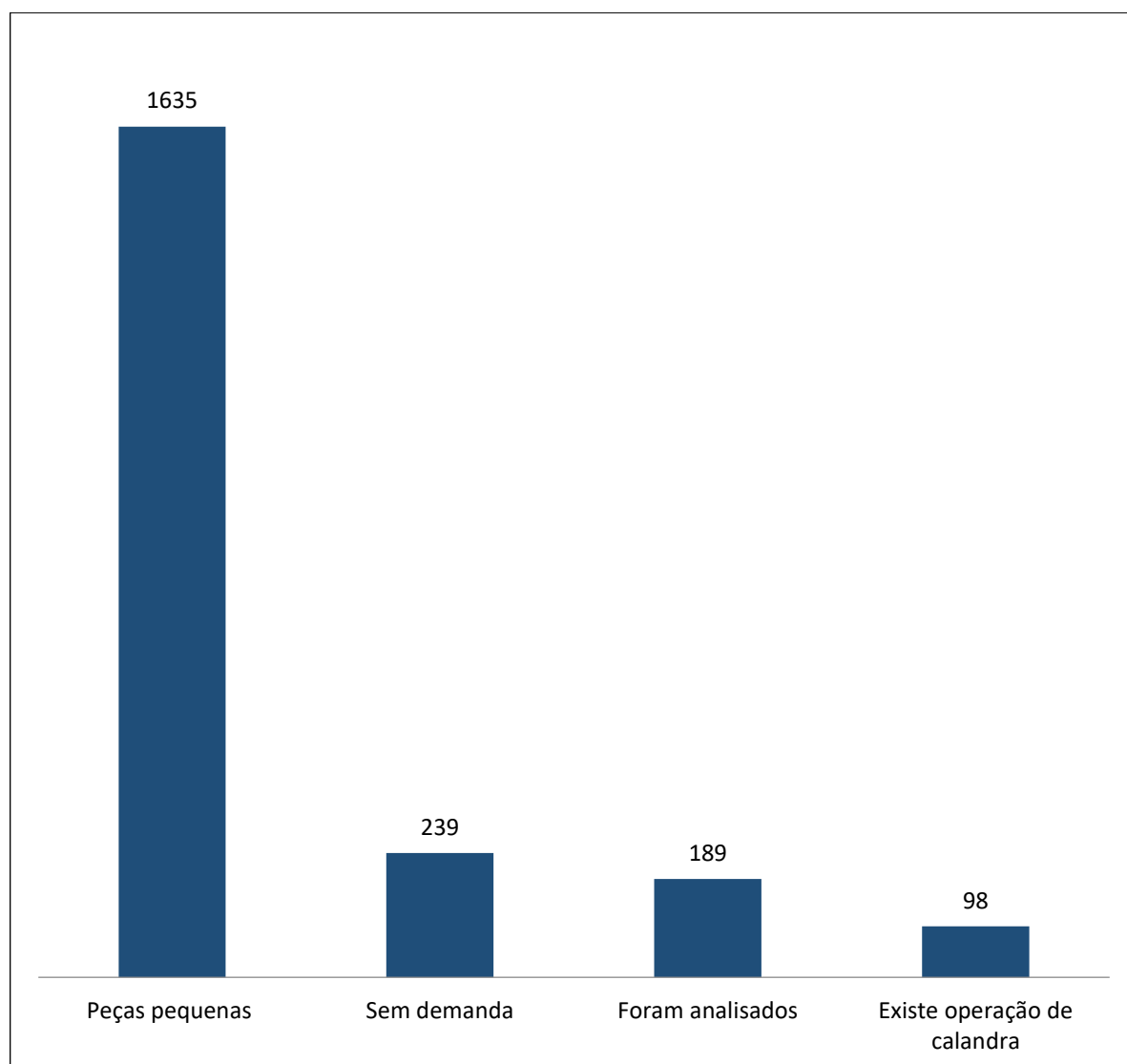


**Fonte:** Autor (2016).

Os 98 itens que já existe operação de calandra não foram analisados. Foram analisados os itens que já apresentaram problema de empenamento que não é possível recuperar internamente devido a calandra não ter capacidade, que são 97 itens, porém 53 itens não têm demanda e não foram analisados, restando 44 itens para análise. Os itens com peças pequenas que somam 1635 itens não foram analisados, pois as mesmos ficam nas tolerâncias.

Foram analisados também os itens que tivemos problema de empenamento e foram recuperados internamente em uma desempenadeira de menor capacidade, que já existe no setor, que são 331 itens, porém 186 itens sem demanda e não foram analisados, restando 145 itens para análise. Portanto foram analisados 189 itens no total, conforme apresentado na figura 13.

Figura 13- Gráfico dos itens analisados.



**Fonte:** Autor (2016).

Os itens sem demanda não foram analisados, pois são fabricados somente quando há pedido de reposição.

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DE REFUGOS

As perdas e refugos são referentes ao período de julho de 2015 a julho 2016, sendo que os dados foram baixados do sistema em planilha de excel, quadro 1, onde são cadastrados todas as não conformidades e sucateamentos gerados pela empresa. Esses sucateamentos gerou um custo para a empresa de R\$7201,52.



Quadro 1- Refugos do período julho de 2015 a julho de 2016.

<b>CÓDIGO</b>	<b>R\$ SUCATEAMENTO POR EMPENAMENTO/ÚLTIMO ANO 08.07.2015 a 08.07.2016</b>
C1	R\$ 82,46
C2	R\$ 91,81
C3	R\$ 225,84
C4	R\$ 127,88
C5	R\$ 412,64
C6	R\$ 808,43
C7	R\$ 1.515,00
C8	R\$ 2.924,64
C9	R\$ 17,28
C10	R\$ 142,50
C11	R\$ 756,96
C12	R\$ 96,08
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 7.201,52</b>

**Fonte:** Autor (2016).

O sucateamento realizado nesse período seria evitado se houvesse um processo interno para desempenar as peças, evitando transtornos, tais como: todo o processo de fabricar as peças novamente, parada de solda e até mesmo parada de linha.

#### 4.4 CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO DAS PEÇAS

O custo de terceirização foi mensurado pelo departamento de materiais (DMAT), junto aos fornecedores da empresa.

Foram analisados somente os 44 itens sem possibilidade de recuperação interna, sendo que duas hipóteses foram levantadas, terceirização total do item e somente operação de desempenamento

Conforme dados dos APÊNDICES B e C, a terceirização dos itens, tanto toda a peça ou só o desempenamento, não é viável devido ao alto custo gerado, pois a fabricação interna fica bem mais acessível.

#### 4.5 CUSTO PARA PRODUÇÃO E OPERAÇÃO CONSIDERANDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DESEMPENADORA

Foram analisados os 44 itens que não era possível o desempenamento internamente, mais 145 itens que eram possíveis de desempenar em outra máquina similar, gerando um total de 189 itens conforme APÊNDICE D.

O custo do novo processo de desempenamento foi baseado na multiplicação do valor da hora máquina similar, multiplicado pelo valor das horas anuais gastos para o desempenho da demanda, gerando assim um valor de R\$ 900.870,77 anuais.

#### 4.6 COMPARAÇÃO DA TENSÃO DE ESCOAMENTO MÁQUINA/PEÇA

A tensão de escoamento da máquina foi adquirida da Calfran Ind. e Com.Ltda figura 14, produtora da desempenadeira.

Figura 14- Tensão de Escoamento do material

		Tensão de Escoamento do material ( N/mm <sup>2</sup> )								
		240	300	400	500	600	700	800	900	1000
Largura da Peça	1200	13,0	11,7	10,1	9,1	8,3	7,5	7,2	6,8	6,5
	1080	13,7	12,3	10,6	9,6	8,7	7,9	7,5	7,1	6,8
	960	14,6	13,1	11,4	10,2	9,3	8,4	8,0	7,6	7,3
	840	15,6	14,0	12,2	10,9	10,0	9,0	8,6	8,1	7,8
	720	16,9	15,2	13,2	11,8	10,8	9,8	9,3	8,8	8,5
	600	18,5	16,6	14,4	12,9	11,8	10,7	10,2	9,6	9,2
	480	20,8	18,7	16,2	14,6	13,3	12,1	11,4	10,8	10,4
	360	23,4	21,1	18,3	16,4	15,0	13,6	12,9	12,2	11,7
	240	26,0	23,4	20,3	18,2	16,6	15,1	14,3	13,5	13,0
		Espessura								

Fonte: Calfran (2016).

A parte marcada em verde da figura 14 foi a parte da tabela usada, a tensão de escoamento comparado com a largura da peça.

A tensão de escoamento das peças foi adquirida junto a Usiminas fornecedora de matéria prima quadro 2.

Quadro 2- Tensão de escoamento das matérias primas.

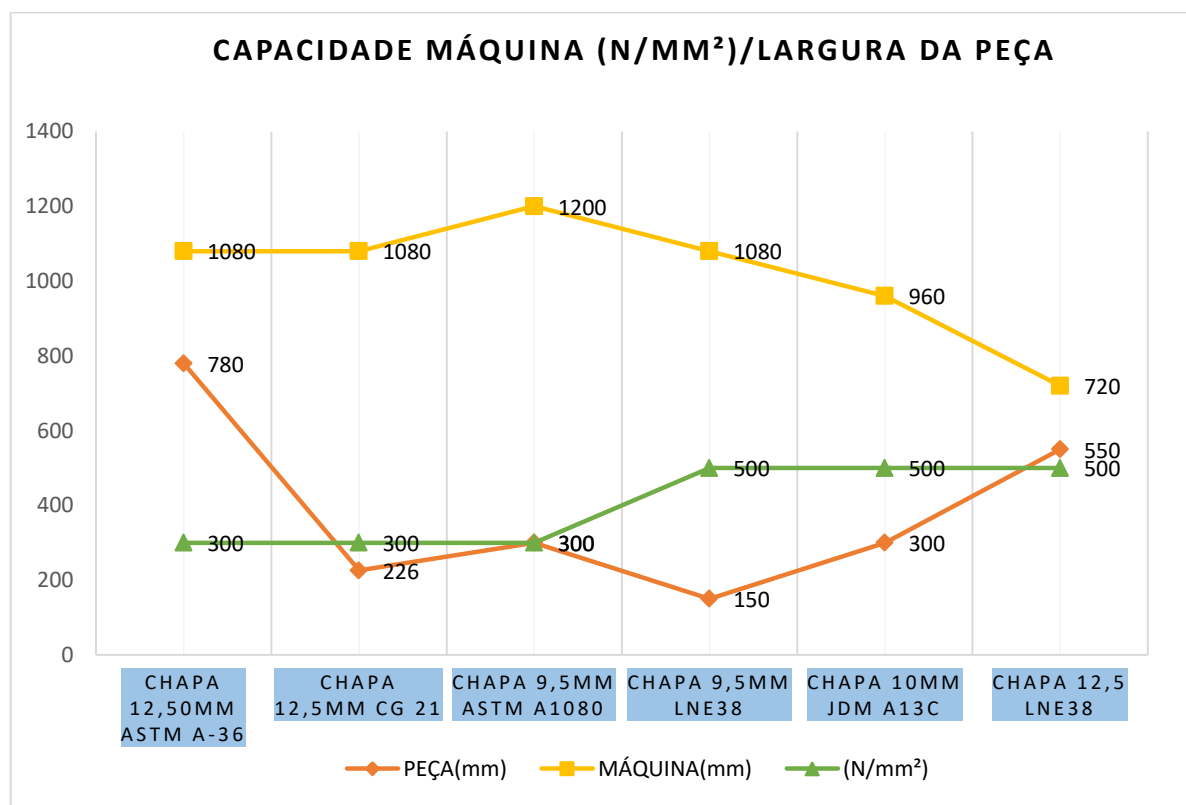
DESCRIÇÃO MATÉRIA PRIMA	TENSÃO DE ESCOAMENTO DO MATERIAL (N/mm <sup>2</sup> )
CHAPA 9,5 x 1200 x 1850 ASTM A1080 EQUIVALENTE LN20	300
CHAPA 12,50 x 1220 x 3000mm ASTM A-36 (M)	300
CHAPA 9,5X1200X3000 LNE38	500
CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38	500
CHAPA 12,5X1200X3000 CG 21	300
CHAPA 10X1200X3000 JDM A13C	500
CHAPA 12,5X1200X3000 NM87-1045	500

Fonte: Autor (2016).

Foram analisados os 97 itens que não é possível recuperar internamente, com e sem demanda, esses itens são usados 7 tipos de matéria prima que foram analisadas quadro 2.

A figura 15 é a comparação de escoamento do material das peças a serem fabricadas e a máquina desempenadeira em análise.

Figura 15- Capacidade da máquina pela largura da peça.



Fonte: Autor (2016).

Comparando a figura 14 e o quadro 2, a tensão de escoamento das peças é inferior a tensão de escoamento da capacidade da máquina, portanto a máquina suporta fazer o desempenho de todos os itens propostos figura 15.

#### 4.7 IDENTIFICAR JUNTO AOS FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA MÉTODOS QUE MINIMIZEM O PROBLEMA DE EMPENAMENTO

Foi analisada a melhoria na qualidade da matéria prima pelo departamento de materiais, 7 matérias primas, quadro 3, juntamente com a Usiminas e Soluções Usiminas fornecedores de matéria prima (chapas).

Devido que as espessuras das chapas serem maiores que 6mm, existe o processo de estiramento que minimiza a tensão residual, porém é usado somente até a espessura de 3mm.

Quadro 3- Descrição da matéria prima.

DESCRIÇÃO MATÉRIA PRIMA
CHAPA 9,5 x 1200 x 1850 ASTM A1080 EQUIVALENTE LN20
CHAPA 12,50 x 1220 x 3000mm ASTM A-36 (M
CHAPA 9,5X1200X3000 LNE38
CHAPA 12,5X1200X3000 LNE38
CHAPA 12,5X1200X3000 CG 21
CHAPA 10X1200X3000 JDM A13C
CHAPA 12,5X1200X3000 NM87-1045

**Fonte:** Autor (2016).

A competitividade de mercado requer máquinas altamente produtivas considerando qualidade/custo de processo e manutenção. As máquinas laser estão preparadas com maiores dimensões de mesas e maiores velocidades de trabalho. Com isso, necessitamos ter matéria prima com altos níveis de planicidade e com menores índices de tensão residual para suprir as capacidades de máquinas. Sabemos que para chapa grossa temos restrições nos processos de estiramento, com isso é necessário investir em desbobinadeiras capazes de reduzir as tensões residuais através de rolos de laminação no momento da abertura de bobinas ou laminação de acabamento.

## CONCLUSÃO

Em tempos de alta competitividade, as empresas que se adequem melhor ao mercado sendo mais produtivas e entregando o produto na hora que o cliente necessita e com qualidade se sobressaem sobre a concorrência, alcançando fatias maiores do mercado e entregando resultado aos acionistas.

O objetivo desse trabalho é identificar alternativas para que o problema de peças empenadas seja solucionado e não afete processos posteriores. As alternativas são a compra de um equipamento de desempenamento e a terceirização dos itens que não é possível desempenar internamente.

O trabalho começou com a identificação dos principais processos de desempenamento existentes no mercado, bem como as máquinas desempenadoras, em seguida foi feito um fluxograma desde o corte das peças até o ponto de consumo das peças e o fluxo das peças retrabalhadas.

O próximo passo foi fazer a análise dos itens, foram analisados 2161 itens, esses foram divididos em quatro grupos:

- Grupo I: Itens que já tem operação de desempenamento em uma desempenadeira de menor capacidade que já existe no setor;
- Grupo II: Itens que já tivemos problema de empenamento e não é possível recuperar internamente devido a desempenadeira não ter capacidade;
- Grupo III: Não tem necessidade de endireitamento, pois são peças pequenas;
- Grupo IV: Tivemos problema e foram recuperados internamente em uma desempenadeira de menor capacidade que já existe no setor.

Foram trabalhados apenas em cima dos grupos II e IV.

Em outra etapa foram identificadas as perdas e refugos existentes no processo.

Na próxima etapa foram calculados do grupo II o custo da terceirização total dos itens e o custo somente do desempenamento.

Foi também calculado os itens do grupo II e IV o custo para produção e operação considerando a implementação de uma máquina desempenadeira.

E por último foi feita uma análise da tensão de escoamento do material da tabela de uma máquina desejada e os itens do grupo II.

Foi verificado junto aos fornecedores de matéria prima métodos que minimizem o problema de empenamento em chapas, porém existem os processos de estiramento, mas não para espessuras acima de 6mm. Para chapas grossas temos restrições nos processos de

estiramento, com isso é necessário investir em desbobinadeiras capazes de reduzir as tensões residuais através de rolos de laminação no momento da abertura de bobinas ou laminação de acabamento.

Concluindo a análise foi constatado que a alternativa de menor custo é a implementação de uma máquina desempenadora no processo, pois a terceirização tem alto custo.

Finalizando, o trabalho foi de grande importância para aplicação do que foi aprendido em sala de aula, pois o aprendizado em novas alternativas de processos e máquinas mostra o quanto competitivo as empresas são em busca da excelência de processos para entregar para o cliente o melhor produto do mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR ISO 9000:2000. **Sistema de gestão da qualidade: requisitos**. Rio de dezembro, 2000.
- ABNT. NBR ISO 9001:2015. **Sistema de gestão da qualidade: requisitos**. Rio de dezembro, 2015.
- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- ANFAVEA. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira 2015**. São Paulo: ANFAVEA, 2015.
- ARKU – Experts in Leveling. **Métodos de endireitamento**. 2016. Disponível em: <<http://www.arku.com/pt/por-que-endireitar/metodos-de-endireitamento.html>>. Acessado em: 25 Jul. 2016.
- BEER, P. Ferdinand; JOHNSTON JR, R. E. **Resistência dos Materiais**. 3 ed. Makron Books, 1995.
- BETAMACCHINE – Máquinas Operatrizes e Ferramentas. **Desempenadeiras de chapas**. 2016. Disponível em: <<http://www.betamaq.com.br/categorias/55/desempenadeiras-de-de-chapas>>. Acessado em: 25 Jul. 2016.
- BRUNI, A, L. **A administração de custos, preços e lucros**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CALFRAN – Tecnologia em Conformação de Metais. **Desempenadeira de Chapas Linha DC**. Ficha Técnica. 2016. Disponível em: <<http://www.calfran.com.br/desempenadeira-de-chapas-linha-dc>>. Acessado em: 25 Jul. 2016.
- CALLISTER, W. D.; WILEY, J. **Materials Science and Engineering an Introduction**. New York, NY. 1991. 408p.
- CARVALHO, MARLY M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Campus, 2006
- CERRA, A. L. et al. **Cadeias de suprimentos de montadoras dos setores automobilístico e de linha branca: Uma análise comparativa por meio de estudos de caso**. Gestão da Produção, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 635-647, Set. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2014000300014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2014000300014&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 25 Jul. 2016.
- DURAN, O. **Engenharia de custos industriais**. 1 ed. Passo Fundo: UPF, 2004.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIOSA, L. A. **Terceirização: uma abordagem estratégica**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1997.
- GYLLEY, K.; RASHEED, A. **Making more by doing less: na analysis of outsourcing and its affects on firm performance**. Journal of Management. V. 26, n. 4, p. 763-790, 2000.

HOLCOMB, T.; HITT, M. **Toward a model of strategic outsourcing**. Journal of Operations Management, 2006.

LEITE, L. G. S. **Terceirização**. 2012, 42p. Monografia Pós-Graduação em Gestão Empresarial. 2012. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2012.

LIMA, R. **Estágio atual e tendências de evolução da atuação dos operadores logísticos como integradores logísticos**. 2004, 184p. Dissertação Mestrado em Administração de Empresas. COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro, 2004.

MARCELINO, P.; CAVALCANTE, S. **Por uma definição de terceirização**. Caderno. CRH. Salvador, v. 25, n. 65, p. 331-346, Ago. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-49792012000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-49792012000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 26 Jul. 2016.

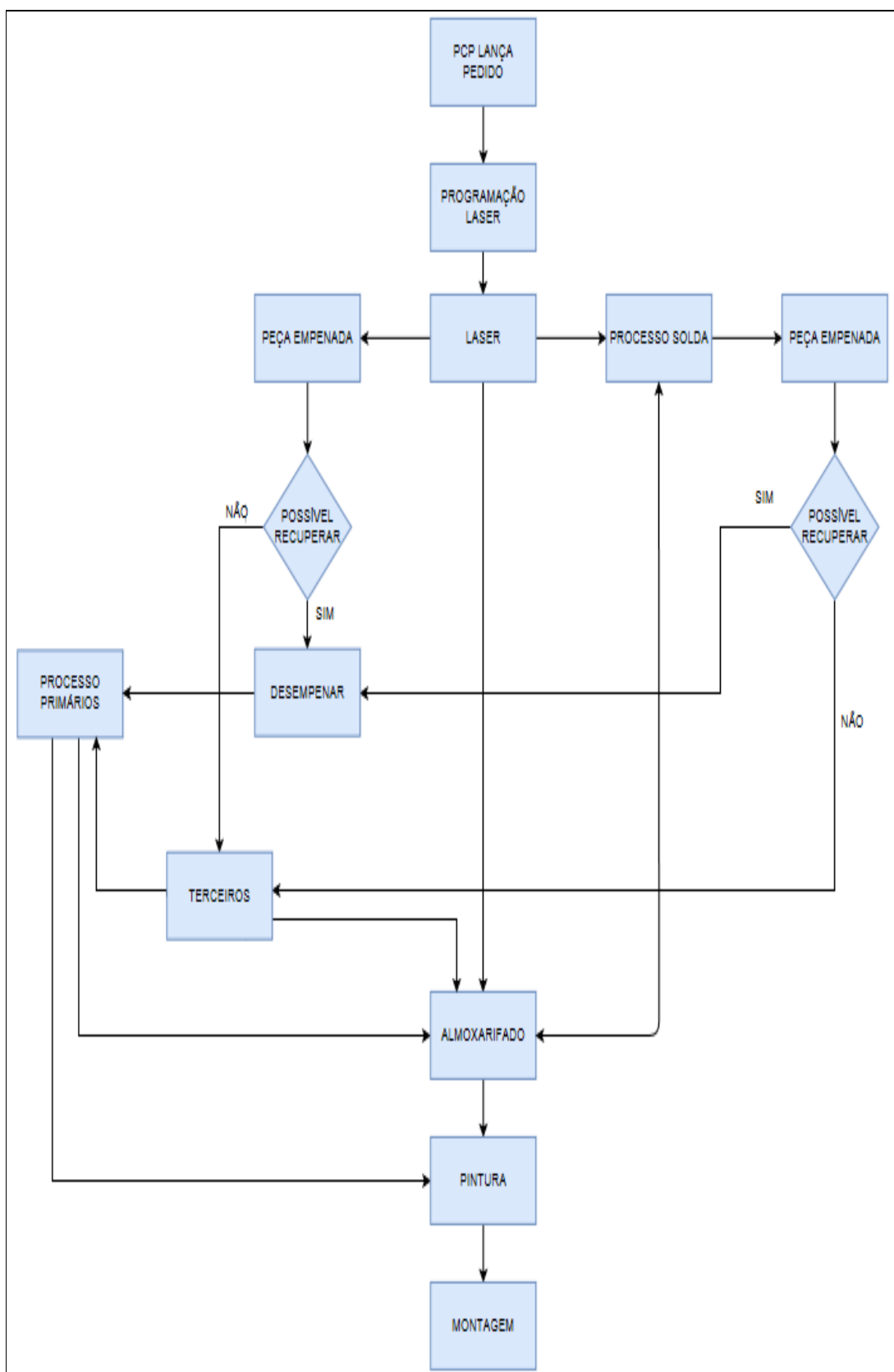
RAZZAQUE, M.; SHENG, C. C. **Outsourcing of logistics functions: a literature survey**. International Journal of Physical Distribution: Logistics Management, vol. 28, n. 2, p.89-107. 1998. TELECURSO 2000. Profissionalizante. **Mecânica – Processos de Fabricação**. Aula 76 – Desempenamento. São Paulo. 1997. 7p.

VIAN, C. E. de F.; JÚNIOR, A. M. A. **Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências**. In: 48º CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2010, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SOBER, 2010. 1 CD-ROM.



## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – FLUXOGRAMA ATUAL DO PROCESSO PRODUTIVO



Fonte: Autor (2016).

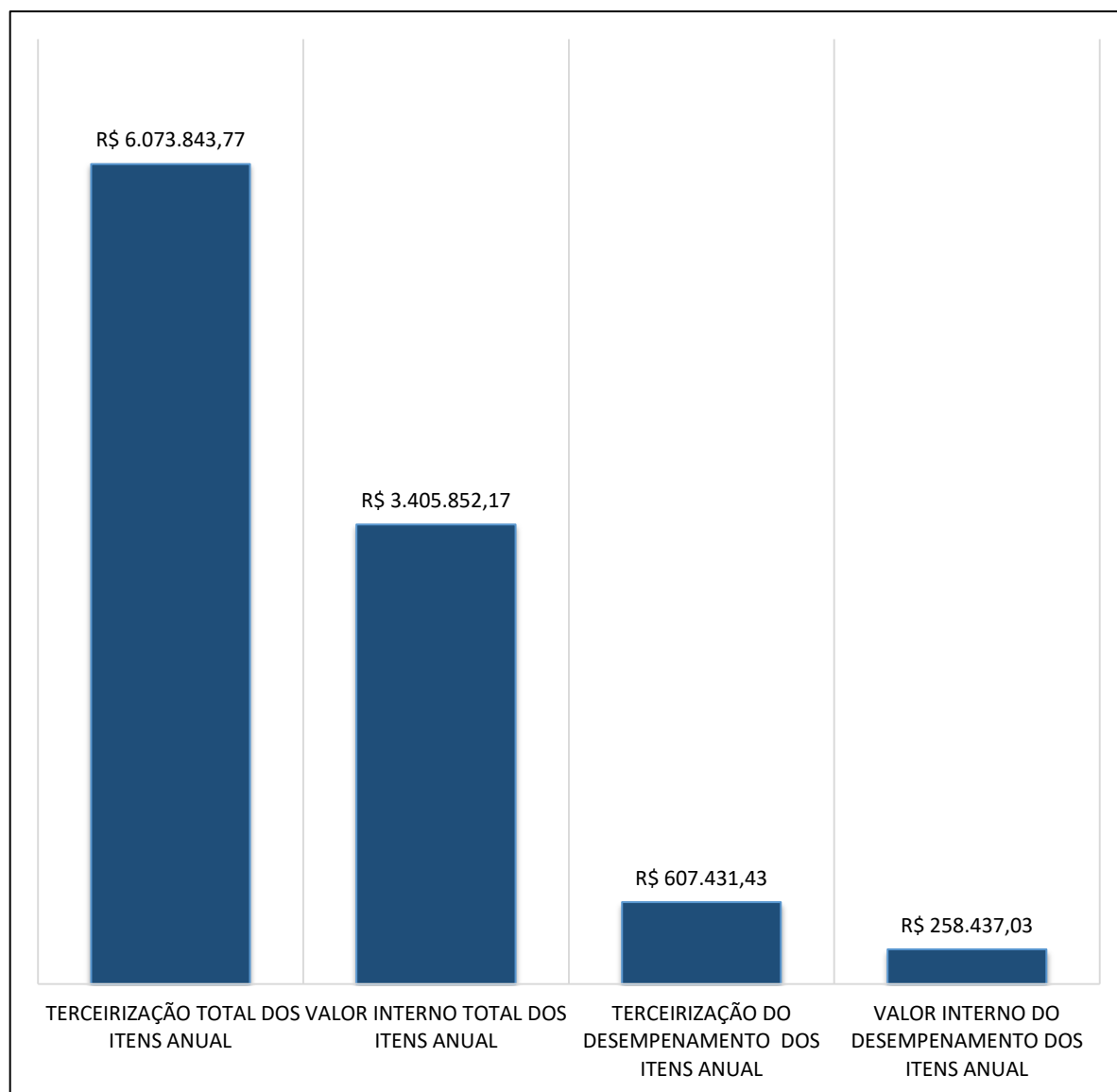
## APÊNDICE B – CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO

<b>CÓDIGO</b>	<b>TERCEIRIZAÇÃO TOTAL DOS ITENS ANUAL</b>	<b>TERCEIRIZAÇÃO DO DESEMPENAMENTO DO ITENS ANUAL</b>	<b>VALOR INTERNO TOTAL DOS ITENS ANUAL</b>	<b>VALOR INTERNO DO DESEMPENAMENTO DOS ITENS ANUAL</b>
B1	2388,87	238,26	18944,02	16112,07
B2	12113,64	1212,2	27912,21	16112,07
B3	650677,86	65060,76	463174,11	35079,93
B4	150965,1	15108,24	132556,23	35079,93
B5	27918,9	2796,52	21500,75	5499,47
B6	27918,9	2796,52	17191,05	791,5898
B7	7558,2	755,82	5296,37	712,05
B8	7558,2	755,82	5849,99	840,83
B9	874494,9	87445,3	530163,28	1552,88
B10	45072,72	4509,12	33403,17	712,05
B11	81677,25	8173,58	48090,71	712,05
B12	114463,8	11447,32	61364,13	1681,65
B13	29592	2959,2	15234,75	1556,67
B14	29302,56	2929,44	19218,99	1556,67
B15	36970,2	3697,96	23682,58	1583,1796
B16	81290,7	8130,3	43818,18	1522,58
B17	32909,4	3291,88	31132,93	10889,09
B18	42094,62	4208,64	39455,30	21778,19
B19	83276,64	8329,44	51504,81	227,25
B20	29302,56	2929,44	33036,27	15869,6716
B21	126373,5	12638,46	64925,35	8870,3510
B22	7416,9	743,7	13727,96	7995,44
B23	33,3	3,33	4451,58	4435,18
B24	9918,9	992,92	13374,24	8885,5011
B25	58,95	5,9	3543,34	3507,2353
B26	83,7	8,35	3606,04	3507,2353
B27	826,2	82,62	1440,42	935,5152
B28	209070	20930	108115,52	935,5152
B29	63067,23	6302,02	57035,68	787,80
B30	164047,5	16416,25	80245,23	780,23
B31	88892,1	8902,74	59890,96	17812,66
B32	359122,68	35903,76	247180,16	6999,3205
B33	293653,62	29352,6	121698,77	204,53
B34	20647,44	2061,84	12783,27	136,35
B35	138122,73	13805,94	98941,60	2511,12
B36	6982,56	698,88	8339,28	2511,12
B37	637,2	63,6	4562,45	2958,05
B38	650192,4	65019,24	299064,19	2958,05

B39	650192,4	65019,24	289904,39	3,79
B40	207890,28	20791,68	73950,05	10249,01
B41	207890,28	20791,68	63719,98	18,94
B42	250372,98	25038,86	75213,62	18,94
B43	250372,98	25038,86	75967,33	772,65
B44	430,92	43,2	1640,97	772,65
<b>TOTAL ANO</b>	<b>R\$ 6.073.843,77</b>	<b>R\$ 607.431,43</b>	<b>R\$ 3.405.852,17</b>	<b>R\$ 258.437,03</b>

Fonte: Autor (2016).

## APÊNDICE C – CUSTO DA TERCEIRIZAÇÃO



**Fonte:** Autor (2016).

## APÊNDICE D – CUSTO PARA PRODUÇÃO E OPERAÇÃO

CÓDIGO	DEMANDA PEÇAS ANUAL	HORAS ANUAL	R\$ ANUAL DO NOVO PROCESSO
A1	1126	9,70	4264,74
A2	165	1,42	624,94
A3	165	1,42	624,94
A4	17	0,15	64,39
A5	12	0,10	45,45
A6	165	1,42	624,94
A7	21	0,18	79,54
A8	1	0,01	3,79
A9	1478	12,73	5597,94
A10	1478	12,73	5597,94
A11	5848	50,36	22149,36
A12	1462	12,59	5537,34
A13	665	5,73	2518,69
A14	981	8,45	3715,55
A15	6182	53,23	23414,39
A16	5800	49,94	21967,56
A17	2144	18,46	8120,42
A18	4	0,03	15,15
A19	21	0,18	79,54
A20	21	0,18	79,54
A21	955	8,22	3617,07
A22	3285	28,29	12441,97
A23	3942	33,95	14930,37
A24	321	2,76	1215,79
A25	655	5,64	2480,82
A26	655	5,64	2480,82
A27	655	5,64	2480,82
A28	656	5,65	2484,61
A29	943	8,12	3571,62
A30	209	1,80	791,59
A31	2000	17,22	7575,02
A32	1470	12,66	5567,64
A33	1470	12,66	5567,64
A34	1470	12,66	5567,64
A35	668	5,75	2530,06
A36	18	0,16	68,18
A37	18	0,16	68,18
A38	2	0,02	7,58
A39	418	3,60	1583,18

A40	1710	14,73	6476,64
A41	3	0,03	11,36
A42	2342	20,17	8870,35
A43	1530	13,18	5794,89
A44	2346	20,20	8885,50
A45	926	7,97	3507,24
A46	926	7,97	3507,24
A47	247	2,13	935,52
A48	247	2,13	935,52
A49	1399	12,05	5298,73
A50	2055	17,70	7783,34
A51	4190	36,08	15869,67
A52	1848	15,91	6999,32
A53	2055	17,70	7783,34
A54	1171	10,08	4435,18
A55	656	5,65	2484,61
A56	21	0,18	79,54
A57	967	8,33	3662,52
A58	188	1,62	712,05
A59	957	8,24	3624,65
A60	1458	12,56	5522,19
A61	411	3,54	1556,67
A62	404	3,48	1530,15
A63	512	4,41	1939,21
A64	986	8,49	3734,49
A65	793	6,83	3003,50
A66	204	1,76	772,65
A67	338	2,91	1280,18
A68	338	2,91	1280,18
A69	5432	46,78	20573,76
A70	2716	23,39	10286,88
A71	188	1,62	712,05
A72	129	1,11	488,59
A73	338	2,91	1280,18
A74	36	0,31	136,35
A75	665	5,73	2518,69
A76	410	3,53	1552,88
A77	188	1,62	712,05
A78	411	3,54	1556,67
A79	444	3,82	1681,65
A80	204	1,76	772,65
A81	222	1,91	840,83
A82	844	7,27	3196,66
A83	402	3,46	1522,58
A84	1	0,01	3,79

A85	977	8,41	3700,40
A86	977	8,41	3700,40
A87	206	1,77	780,23
A88	5	0,04	18,94
A89	5	0,04	18,94
A90	54	0,47	204,53
A91	8	0,07	30,30
A92	39	0,34	147,71
A93	5750	49,51	21778,19
A94	4703	40,50	17812,66
A95	1612	13,88	6105,47
A96	1478	12,73	5597,94
A97	1466	12,62	5552,49
A98	88	0,76	333,30
A99	4242	36,53	16066,62
A100	475	4,09	1799,07
A101	15	0,13	56,81
A102	15	0,13	56,81
A103	982	8,46	3719,34
A104	475	4,09	1799,07
A105	1606	13,83	6082,74
A106	4110	35,39	15566,67
A107	2055	17,70	7783,34
A108	4254	36,63	16112,07
A109	2716	23,39	10286,88
A110	96	0,83	363,60
A111	96	0,83	363,60
A112	26654	229,52	100952,32
A113	3736	32,17	14150,14
A114	112	0,96	424,20
A115	97	0,84	367,39
A116	209	1,80	791,59
A117	1852	15,95	7014,47
A118	494	4,25	1871,03
A119	157	1,35	594,64
A120	157	1,35	594,64
A121	155	1,33	587,06
A122	138	1,19	522,68
A123	12	0,10	45,45
A124	110	0,95	416,63
A125	1	0,01	3,79
A126	102	0,88	386,33
A127	102	0,88	386,33
A128	102	0,88	386,33
A129	146	1,26	552,98



A130	103	0,89	390,11
A131	10	0,09	37,88
A132	152	1,31	575,70
A133	150	1,29	568,13
A134	2	0,02	7,58
A135	2	0,02	7,58
A136	165	1,42	624,94
A137	21	0,18	79,54
A138	213	1,83	806,74
A139	71	0,61	268,91
A140	48	0,41	181,80
A141	48	0,41	181,80
A142	24	0,21	90,90
A143	425	3,66	1609,69
A144	860	7,41	3257,26
A145	845	7,28	3200,45
A146	9429	81,19	35712,44
A147	192	1,65	727,20
A148	2306	19,86	8734,00
A149	2136	18,39	8090,12
A150	209	1,80	791,59
A151	209	1,80	791,59
A152	616	5,30	2333,11
A153	616	5,30	2333,11
A154	105	0,90	397,69
A155	144	1,24	545,40
A156	492	4,24	1863,46
A157	2875	24,76	10889,09
A158	2706	23,30	10249,01
A159	4254	36,63	16112,07
A160	4254	36,63	16112,07
A161	1452	12,50	5499,47
A162	2111	18,18	7995,44
A163	208	1,79	787,80
A164	60	0,52	227,25
A165	9262	79,76	35079,93
A166	246	2,12	931,73
A167	12	0,10	45,45
A168	143	1,23	541,61
A169	175	1,51	662,81
A170	1438	12,38	5446,44
A171	1438	12,38	5446,44
A172	21	0,18	79,54
A173	1296	11,16	4908,61
A174	50	0,43	189,38

A175	656	5,65	2484,61
A176	1171	10,08	4435,18
A177	1171	10,08	4435,18
A178	2342	20,17	8870,35
A179	204	1,76	772,65
A180	204	1,76	772,65
A181	1126	9,70	4264,74
A182	9262	79,76	35079,93
A183	663	5,71	2511,12
A184	663	5,71	2511,12
A185	781	6,73	2958,05
A186	781	6,73	2958,05
A187	36	0,31	136,35
A188	2922	25,16	11067,11
A189	12	0,10	45,45
<b>TOTAL</b>	<b>237853 UN.</b>	<b>2048,18 H</b>	<b>R\$ 900.870,88</b>

**Fonte:** Autor (2016).