

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAPEAMENTO DE PROCESSOS E ANÁLISE DE
TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DO
SETOR METAL MECÂNICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Andrei Vogt Schmidt

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**MAPEAMENTO DE PROCESSOS E ANÁLISE DE TEMPOS E
MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL
MECÂNICO**

POR

Andrei Vogt Schmidt

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador: Cristiano Roos

Santa Maria, RS, Brasil

2016

MAPEAMENTO DE PROCESSOS E ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO

ANDREI VOGT SCHMIDT
andreivogt@hotmail.com
CRISTIANO ROOS (UFSM)
cristiano.roos@ufsm.br

O presente trabalho tem como objetivo propor melhorias em procedimentos operacionais por meio da elaboração de mapeamentos de processos e de análises de tempos e movimentos em uma indústria do setor metal mecânico. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura, buscando conceitos, trabalhos relacionados ao tema e como outros autores resolveram problemas semelhantes. O procedimento técnico metodológico utilizado foi a pesquisa ação. Foram desenvolvidas coletas de dados referentes à identificação do produto escolhido, mapeamentos dos processos desse produto e cronometragem de tempos de cada etapa, identificando possíveis oportunidades de melhoria. Por fim, foram feitas seis propostas de melhorias relacionadas aos problemas detectados. Isto foi realizado em parceria com o sócio proprietário e funcionários da empresa, buscando soluções que contribuíssem para a melhoria do processo e também diminuição do tempo de processamento do produto.

Palavras-chave: MAPEAMENTO DE PROCESSOS; TEMPOS E MOVIMENTOS; MELHORIAS.

This study aims to propose improvements in operating procedures through the development of process mapping and analysis of times and movements in an industry of mechanical metal sector. For this, a literature review was conducted, seeking concepts, works related to the theme and how other authors have solved similar problems. The methodological technical procedure used was action research. Data collection were developed relating to the identification of the chosen product, process mapping of the product and measured times of each step, identifying possible opportunities for improvement. Finally, were made six proposals for improvements related to the problems detected. This was done in partnership with the co-owner and the employees of the company, seeking solutions that contribute to improving the process and also decrease the product's processing time.

Keywords: PROCESS MAPPING; TIMES AND MOVEMENTS; IMPROVEMENT.

1 INTRODUÇÃO

De modo geral indústrias de micro e pequeno porte buscam melhorias na qualidade de seus produtos e serviços, procurando levar satisfação e obter reconhecimento por parte de seus clientes. No entanto, o que muitas vezes ocorre nestas indústrias menores são falhas na gestão que impactam inclusive na qualidade de tarefas simples do dia a dia, influenciando negativamente e significativa o desempenho competitivo destas organizações.

O mapeamento de processos é uma ferramenta básica na Engenharia de Produção, mas eficiente e que potencializa o conhecimento adquirido dentro de uma empresa por meio da identificação de possíveis oportunidades de melhoria. Gareth e Cicmil (2016) apresentam a utilização da ferramenta como uma técnica para promover a aquisição de conhecimentos nos indivíduos e conseqüente melhoria de processos de negócios, delineando os problemas atuais percebidos e as interfaces entre os departamentos e outras funções de negócios.

Aliado a isso, o estudo de tempos e movimentos torna-se um complemento do mapeamento de processos, visto que pode ser aplicado em todos os processos, visando encontrar a melhor forma de fabricar um produto, com base em observações constantes acerca do melhor método, com adaptações para a redução da variabilidade no tempo de produção. Bonatto e Kovaleski (2013), fazem uma análise de tempos e movimentos para a criação de uma folha de processo, visando padronizar procedimentos, evitar movimentos desnecessários, organizar as funções de cada trabalhador, diminuir a variabilidade no sistema produtivo e reduzir falhas de execução.

Neste contexto insere-se o problema de pesquisa ascendente deste trabalho. Em uma indústria de micro porte do setor metal mecânico foram identificados problemas em nível operacional, básicos, mas que levaram a uma queda de produtividade ao longo dos anos. De fato, o problema de pesquisa que originou esse trabalho é de ordem prática, podendo ser descrito da seguinte maneira: Como melhorar procedimentos produtivos operacionais em uma indústria do setor metal mecânico?

Detalhando o problema de pesquisa, foram percebidos alguns pontos que geram desperdícios visíveis, como espera de produtos entre etapas dos processos, defeitos nos produtos após processamentos, pouca organização do local de trabalho. Esses fatores têm causado perdas de tempo por movimentação de funcionários e perdas monetárias por falta de padronização do trabalho, além de produtos com qualidade inadequada.

Esta pesquisa se justifica pela pequena quantidade de material teórico atualizado que se encontra disponível com relação a esses temas básicos da Engenharia de Produção. Há

uma quantidade razoável de referencial teórico de décadas passadas abordando estes temas, mas poucos estudos atuais. Esta pesquisa também se justifica pela falta de métodos básicos da Engenharia de Produção na indústria em estudo, deixando evidente o potencial de contribuição deste trabalho de conclusão de curso, isto é, oportuniza ao aluno a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação.

Além disso, esta pesquisa busca contribuir com a literatura de mapeamento de processos apresentando mais um caso prático em uma empresa do setor metal mecânico. Aliado a isso, busca-se contribuir para as necessidades práticas da empresa e de seus sócios, por meio da elaboração do mapeamento de processos, analisando tempos e movimentos, e propondo possíveis melhorias nos processos que possam diminuir perdas e desperdícios, bem como, aumentar a qualidade dos produtos.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é propor melhorias em procedimentos operacionais por meio da elaboração de mapeamentos de processos e da análise de tempos e movimentos em uma indústria do setor metal mecânico.

Para a pesquisa atender esse objetivo geral, foram estabelecidos três objetivos específicos: 1. Identificar qual o produto final apresenta mais problemas em relação às perdas, desperdícios e qualidade; 2. Mapear o processo de produção deste produto, verificando tempos e movimentos em cada etapa; 3. Propor melhorias para reduzir perdas e desperdícios no processo de produção estudado.

Com estes aspectos definidos, segue-se agora para a segunda seção, onde é apresentado o referencial teórico do trabalho de pesquisa. Na terceira seção são apresentados os procedimentos metodológicos do trabalho. Na quarta seção está a pesquisa de campo com seus respectivos resultados. Por fim, na quinta seção está a conclusão do trabalho de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A etapa de referencial teórico deste trabalho irá abordar as definições de mapeamento de processos, tempos e movimentos. Além disso, traz como contribuição principal uma pesquisa sobre outros trabalhos na área com aplicações e problemas semelhantes, a fim de comprovar que a metodologia proposta para buscar a solução do problema neste trabalho é viável e, principalmente, correta do ponto de vista científico.

2.1 Mapeamento de Processos

Slack, Chambers e Johnston (2009, p.101) definem mapeamento de processos como “[...] a descrição de processos em termos de como as atividades relacionam-se umas com as outras dentro do processo”. Segundo Hunt (1996 apud DARWISH, 2011) é uma ferramenta de comunicação e análise que mostra cada etapa vital no processo, através de diagramas de fluxo de trabalho e textos complementares. Para Pinho, Leal e Almeida (2006, p.8) o objetivo principal é “criar uma apresentação visual dos processos, permitindo a combinação, simplificação, alteração de sequência ou mesmo a eliminação de atividades”. Já para Pavani Júnior e Sucuglia (2011), há uma abordagem que mostra o mapeamento de processos como uma ferramenta primordial, sendo a primeira etapa para a gestão por processos, relacionada ao estudo e entendimento do trabalho, buscando entender as lógicas inseridas na cadeia de insumos e informações.

Dentro disso, várias técnicas podem ser usadas, como aponta Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), dando destaque aos fluxogramas, *blueprinting* e diagramas de processo, que permitem uma visualização de todo interior de uma organização em qualquer nível de detalhe, permitindo gerar ideias para melhoria do processo, encontrar falhas de desempenho e documentar o aspecto de um processo. Porém, todas essas técnicas possuem uma característica em comum: todas mostram o fluxo de pessoas, materiais e informações. Além disso, os símbolos são padronizados, e dependendo da complexidade e grau de discricionariedade, esses símbolos aumentam e definem um nível de detalhamento maior (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Junto a isso, o mapeamento de processos possui uma vantagem significativa de analisar cada atividade e conseqüentemente, eliminar tarefas desnecessárias, tornando todo o processo mais simplificado. O ato de registrar cada estágio do processo pode evidenciar fluxos mal organizados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.2 Tempos e Movimentos

O conceito de tempos e movimentos começou inicialmente de forma separada. Contador (1997) aponta primeiramente as contribuições de Frederick Taylor na determinação de tempos-padrão, buscando a racionalização dos trabalhos dentro de uma fábrica. Já o casal Gilbreth dava atenção aos movimentos, buscando melhoria nos métodos do trabalho.

Primeiramente, a ênfase era no estudo de tempos, e somente em 1930 houve uma preocupação maior em descobrir melhores métodos para executar uma atividade. A partir disso, os dois estudos passaram a se complementar. Barnes (1977, p.1) define a união dos dois estudos como: “[...] o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: desenvolver o método preferido, padronizar esse sistema e método, determinar o tempo-padrão e treinar o operador”.

Dentro desses objetivos, Slack, Chambers e Johnston (2009) também destacam dois pontos importantes: o estudo do método e o estudo do tempo. O primeiro é simplesmente uma sequência de seis passos para achar o melhor método, que apesar de não entrar na filosofia de melhoria contínua, ele pode ser visto como uma oportunidade para melhorar e repensar métodos continuamente. Enquanto o segundo é definido como:

Uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos em uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário, com um nível definido de desempenho (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.259).

Barnes (1977) também auxilia o processo de escolha através da combinação de técnicas de estudo, variando da mais completa (coluna A) a mais simples (coluna E), conforme mostra a Figura 1.

Lee (1996) também aborda o tema dentro do método de planejamento de instalações. Para o autor, a economia de movimentos, no nível sub-micro, que projeta o posto de trabalho, é visto com algumas limitações, como não assumir as limitações físicas e diferenças entre operadores. Mas para superar isso, é necessário ampliar os princípios ergonômicos do colaborador, visando o aumento da produtividade e redução da probabilidade da LER (Lesão por Esforço Repetitivo).

Apesar de antigo, o estudo de tempos e movimentos faz uma análise bem detalhada de todo o processo que envolve questões de movimentação, repetição, ergonomia, treinamento e padronização de métodos ao menor custo, o que gera melhorias importantes em nível operacional.

Tipos	A	B	C	D	E
Projeto de métodos	Análise do processo	Análise do processo	Análise do processo
Achando o método preferido – a maneira mais econômica de se considerarem	Estudo completo dos micro movimentos da operação	Estudo de movimentos Análise detalhada por <i>therbligs</i>	Estudo de movimentos Análise detalhada dos elementos	Estudo de movimentos Análise superficial	Estudo de movimentos Análise superficial
a. Métodos b. Materiais c. Equipamentos e ferramentas d. Condições de trabalho	Aplicação dos princípios de economia de movimentos	Aplicação dos princípios de economia de movimentos	Aplicação dos princípios de economia de movimentos	Aplicação dos princípios de economia de movimentos	Aplicação dos princípios de economia de movimentos
Padronização de	Padronização da operação	Padronização da operação	Padronização da operação	Padronização da operação	Padronização da operação
a. Métodos b. Materiais c. Equipamentos e ferramentas d. Condições de trabalho	Registro do método padronizado Folha de instrução Filme dos movimentos do método melhorado	Registro do método padronizado Folha de instrução	Registro do método padronizado Folha de instrução	Registro do método padronizado Folha de instrução	Registro do método padronizado Folha de instrução
Medida do trabalho Determinação do tempo-padrão	1. Estudo de tempos 2. Estudo dos micro movimentos 3. Dados de tempo-padrão 4. Alguns <i>therbligs</i> 5. Alguns elementos 6. Dados de tempos-padrão completos 7. Dados de movimentos e de tempos 8. Fórmulas 9. Amostragem do trabalho	1. Estudo de tempos 2. 3. Dados de tempo-padrão 4. Alguns <i>therbligs</i> 5. Alguns elementos 6. Dados de tempos-padrão completos 7. Dados de movimentos e de tempos 8. Fórmulas 9. Amostragem do trabalho	1. Estudo de tempos 2. 3. 4. 5. 6. 7.	1. Estudo de tempos 2. 3. 4. 5. 6. 7.	1. Estudo de tempos 2. 3. 4. Dados de tempos-padrão completos 5. Dados de movimentos e de tempos 6. Fórmulas 7. Amostragem do trabalho
Treinamento do operador	Em departamento de treinamento separado ou no próprio lugar de trabalho	Em departamento de treinamento separado ou no próprio lugar de trabalho	No próprio lugar de trabalho	No próprio lugar de trabalho	No próprio lugar de trabalho
	Filme dos movimentos Folhas de instruções	Folhas de instruções			
Aplicação do incentivo salarial	Isto não faz parte do estudo de movimentos e de tempos, mas frequentemente o acompanha				

Figura 1 – Combinação de técnicas do estudo de tempos e movimentos.

Fonte: BARNES, 1977, p.23

2.3 Aplicações à problemas semelhantes

Com o intuito de explorar o problema de pesquisa gênese deste trabalho foi elaborada uma revisão teórica buscando publicações que apresentam situações ou aplicações semelhantes. Para tanto se subdividiu esta seção em mapeamentos de processos, ferramentas integradas ao mapeamento de processos e estudos de tempos e movimentos. Nestas subseções são mostradas soluções para problemas práticos semelhantes ao detectado na origem deste trabalho de conclusão de curso.

2.3.1 Mapeamento de processos

A grande relevância do mapeamento de processos, que, apesar de lidar com uma ampla gama de aplicações em diversas áreas, traz resultados, aprendizados e conhecimentos para todos que trabalham com o mesmo. Arlbjorn (2011) apresenta o *Brown Paper Method*, uma técnica de visualização para mapear os fluxos de processos e para destacar as áreas de melhoria, identificando: zonas mortas, ou seja, lugares onde o trabalho fica parado, tempo perdido, pontos de retrabalho e valor acrescentado versus atividades sem valor agregado. Além disso, há também uma proposta de mudança de cultura na técnica do mapeamento: o da visualização da empresa como um todo.

De acordo com Volpato et al. (2011) o resultado do mapeamento de processos abrange um conceito de conhecimento do todo, inserindo a cultura de funcionários capacitados e multifuncionais, pois assim, conhecem todo o processo, e não apenas as suas atividades, sabendo da dependência da etapa anterior, facilitando o entendimento de todas as funções e do trabalho em equipe.

Pradella et al. (2011), mostra a importância do mapeamento dentro da modelagem de processos, por ter uma função de padronização e registro da organização baseado em experiências e conhecimentos passados. O estudo foi feito em uma instituição de ensino superior, explorando a identificação, mapeamento, análise e redesenho de processos com muitos benefícios constatados, como diminuição da visão fragmentada, entrega de valor aos usuários no processo de redesenho e integração de todos os envolvidos criando uma cultura de compartilhamento e visão padronizada.

Santana, Borges e Borges (2011) aplicaram o mapeamento de processos puro, com destaque na abordagem da técnica *Service Blueprint*, uma das primeiras que tem foco na interação com o cliente e traz melhorias consideráveis como explicado pelos autores:

Aproveitando que os esforços estejam centralizados em um ponto comum, promove o aumento da comunicação interna da empresa e incentiva mudanças de nível corporativo, direcionando o foco, cliente, para toda a organização (SANTANA, BORGES e BORGES, 2011, p.6).

2.3.2 Ferramentas integradas ao mapeamento de processos

Outro enfoque interessante é a integração do mapeamento de processos com outras ferramentas de análise e implementação, trazendo resultados benéficos para a organização. Oliveira et al. (2010), integraram o mapeamento junto às técnicas de FTA (*Failure Tree Analysis*) e FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), proporcionando uma visualização das atividades desencadeadas pelo processo de forma clara e objetiva, que por fim ressaltaram os pontos fortes e fracos do processo em análise em uma empresa de serviços jurídicos. Okrent e Vokurka (2004), apresentam o uso do mapeamento de processos como complemento da implantação do ERP (*Enterprise Resource Planning*), dando destaque para o mapeamento de estado atual, mapeamento de estado futuro e como será feita essa transição. Campos e Miguel (2005) utilizaram o QFD (*Quality Function Deployment*) para realizar o mapeamento do processo produtivo e estabelecer um padrão de operações, através do padrão técnico do processo, que visa reduzir *setup* de máquinas e, eliminar variabilidade e perdas de produtividade durante a produção.

Também dentro dessa integração, Pontes, Yamada e Porto (2008) utilizam a simulação, desenvolvendo um modelo computacional em um *software*, para melhorar a produtividade de uma linha de montagem de componentes automotivos, mostrando que esse conjunto das duas ferramentas pode ser utilizado como base científica para a tomada de decisões sem interferir no sistema real, além de envolver todas as pessoas na discussão de aspectos relevantes ao sistema como um todo. Mello (2008) também utiliza a simulação, criando um modelo mostrando as restrições do processo, inter-relações e funcionamento do processo, através do SSM (*Soft Systems Methodology*) seguindo as etapas de mapeamento, detalhamento, determinação do caminho crítico do projeto, proposição de fluxo futuro e implementação.

Seguindo essa linha, o estudo de Bandeira e Prates (2011) se defronta com problemas como atrasos na confirmação de pedidos, perda de receita por indisponibilidade de produtos, ociosidade de atividades e ineficiência de algumas operações. Neste trabalho foram realizadas mensurações de ciclo de produção, conceitos de produção enxuta e balanceamento de processo, juntamente com o cálculo do IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) que indica a eficiência do equipamento durante o tempo de operação disponível. Por fim, nos resultados foi percebida a importância de conhecer os processos em detalhes para mensurar e controlar os mesmos, além de que um bom diagnóstico, pode gerar ações eficazes e de baixo custo, que contribuem para o aumento da eficiência da empresa (BANDEIRA; PRATES, 2011).

Também é importante destacar que algumas noções de produção enxuta acabam se unindo à resolução dos problemas em nível operacional. Singh e Sharma (2009), procuraram fazer uma abordagem em torno dos desperdícios em uma empresa indiana de manufatura. Apontaram que “as perdas assumem muitas formas e podem ser encontradas em qualquer momento e em qualquer lugar, nas políticas da empresa, procedimentos, processos, projetos de produtos, e em operações. Perdas consomem recursos, mas não adiciona qualquer valor para o produto” (SINGH; SHARMA, 2009, p. 58). De tal modo, os autores realizaram o mapeamento de fluxo de valor, com o qual puderam identificar áreas de melhoria com estoque excessivo entre processos, com tempo de espera e com tempo de ciclo. Sharma e Krishna (2014) analisaram o setor de usinagem de uma indústria de peças de carros, trazendo como problema principal, a produção menor que a capacidade, não conseguindo entregar o produto de acordo com os requisitos do cliente. Neste trabalho foi utilizado o mapeamento de fluxo de valor para melhorar a produtividade geral, a qualidade e o desempenho da linha de produção, trazendo impacto positivo no nível de estoque de processos, velocidade da linha e *lead time*.

2.3.2 Estudos de tempos e movimentos

Com isso, fica evidente que um procedimento metodológico que une mapeamento de processos e outras ferramentas acaba trazendo conhecimento tanto para os pesquisadores quanto para os colaboradores da empresa. Neste contexto, o estudo de tempos e movimentos se encaixa muito bem devido ao nível operacional em que trabalha, juntamente com o benefício das padronizações. Castro, Ramos e Costa (2012) buscaram aplicar esse estudo em uma empresa de distribuição, trazendo comparações entre tempo cronometrado e tempo

sintético, com cálculo de tempo médio, tempo normal, fator de tolerância e tempo padrão. Essas medições levaram a uma identificação de oportunidades de melhoria quanto a padronização de *setup* e condições ergonômicas dos funcionários. Figueiredo, Oliveira e Santos (2011), que aplicaram o estudo em uma indústria de calçados e injetados, perceberam que ao analisar todos os fatores, é possível determinar o tempo padrão para operação e tempo gasto para operação, com finalidade principal de eliminar esforços e movimentos desnecessários. Assim, pode-se dimensionar a capacidade produtiva, estimar o custo para determinados produtos e também, servir como base para o planejamento da produção.

Outra ferramenta que se une ao estudo de tempos e movimentos é o MTM (*Methods Time Measurement*), que determina o tempo-padrão para executar uma tarefa, com base no estudo dos movimentos. Maresca (2007) aplicou essa ferramenta na linha de montagem de uma empresa, no setor de refrigeração, que possuía grandes perdas nos processos, além de críticas com relação à ergonomia dos operadores. Aqui o procedimento metodológico é baseado nas filmagens das operações, levantamento e eliminação de atividades que não agregam valor, implementação de melhorias e fiscalização. Com isso, o trabalho resultou em um grande diferencial dentro da empresa, trazendo inúmeras melhorias, como: nivelamento de produção, motivação de funcionários, redução do *lead-time* da linha de montagem, eliminação de gargalos e muitos outros (MARESCA, 2007).

Portanto, após a apresentação de pesquisas de outros autores na área, o mapeamento de processos aliado ao estudo de tempos e movimentos demonstra ser uma técnica importante para a identificação e proposição de melhorias na empresa do setor metal mecânico em estudo neste trabalho de conclusão de curso.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção de procedimentos metodológicos irá apresentar o cenário e as classificações do método de pesquisa empregado. Além disso, irá mostrar um resumo das etapas desenvolvidas para se chegar aos resultados.

3.1 Cenário

Este trabalho tem sua origem em uma indústria de micro porte. De acordo com o site da empresa, a Agronatur Máquinas e Equipamentos Apícolas, sediada em Ijuí, no Rio Grande do Sul, iniciou suas atividades em dezembro de 1985 focada na produção e no processamento

de cera de abelha. Desde 1990 passou a produzir equipamentos para extração e beneficiamento do mel e acessórios para manejo de apiários. Atualmente, com a preocupação crescente dos consumidores quanto às exigências sanitárias para alimentos, a empresa foca sua produção principalmente em equipamentos produzidos totalmente em aço inox AISI 304 de padrão alimentício. O portfólio de produtos é dividido em Centrífugas Extratoras, Mesas Desoperculadoras, Tanques Decantadores, Descristalizadores, Homogeneizadores, Acessórios para Manejo, Acessórios para Casa do Mel, Mesas Planas e Tanques para Higienização e Pré-filtro. No período em que este trabalho foi desenvolvido a empresa atuava com onze funcionários, sendo sete com funções na produção e quatro com funções administrativas.

3.2 Método de pesquisa

Esta pesquisa é classificada da seguinte maneira: 1. Quanto à natureza: aplicada, pois envolveu a aplicação de métodos típicos da Engenharia de Produção para solucionar um problema prático e aplicado. 2. Quanto aos objetivos: descritiva, pois segundo Gil (2009) procura fornecer respostas a problemas do tipo “o que?” e “como?”, buscando identificar várias manifestações do problema e fazer a descrição de diferentes formas. 3. Quanto à abordagem de pesquisa: qualitativa, pois as informações coletadas estão de acordo com perspectivas dos indivíduos, bem como interpretadas no ambiente em que o problema acontece. Para Miguel (2012), o pesquisador coleta evidências da organização pesquisada sempre fazendo observações, com a realidade subjetiva dos indivíduos sendo considerada relevante e que contribui para o desenvolvimento da pesquisa. 4. Quanto ao procedimento técnico: Pesquisa Ação, já que, segundo Gil (2008, p.55), exige “[...]o envolvimento ativo do pesquisador e ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema[...]”, na busca pela solução do problema prático, como agente principal da aplicação de métodos típicos da Engenharia de Produção.

3.3 Etapas da pesquisa

As etapas da pesquisa estão esquematizadas na Figura 2. A primeira etapa é o desenvolvimento da introdução da pesquisa, ou seja, definir o tema, o objetivo e as justificativas. Em seguida foi elaborado o referencial teórico, visando uma revisão da

literatura que melhore o entendimento do problema de pesquisa e que comprove sua viabilidade de solução com base em outros estudos.

Na sequência foi realizada a definição dos procedimentos metodológicos, os quais pretenderam definir as etapas do trabalho e respectivos protocolos e instrumentos de pesquisa. Em resumo, foram utilizadas cinco técnicas para a coleta dos dados: questionários, observações, fotografias, anotações e cronometragem. Para essas técnicas foram utilizadas as seguintes ferramentas: planilha de coleta e caneta (questionários, observações e anotações) e telefone celular (fotografias e cronometragem).

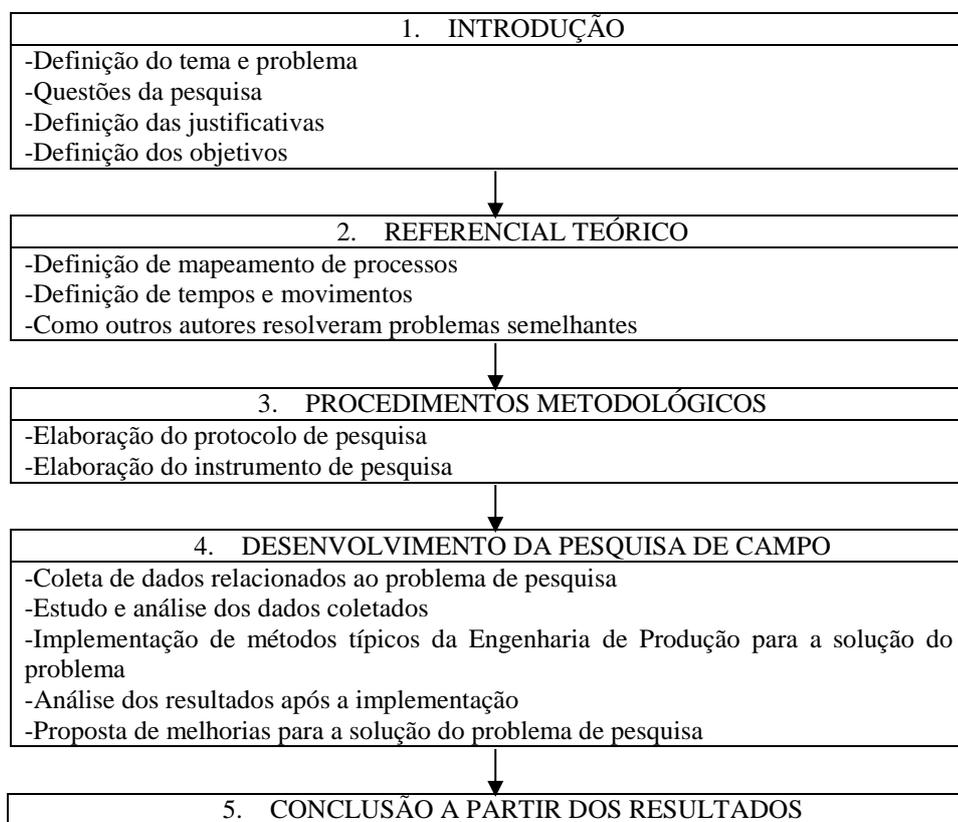


Figura 2 - Etapas da pesquisa

A etapa seguinte foi a realização da pesquisa de campo, com as respectivas coletas de dados. Buscou-se identificar as etapas do processo de produção do produto escolhido e também coletar tempos cronometrados do operador de cada atividade selecionada. Foram realizadas quatro visitas em campo (dias 04/09, 16/09, 19/09 e 10/10) totalizando 32 horas de coleta de dados em campo. Na sequência foi realizado o estudo e a análise desses dados, buscando identificar oportunidades de melhoria. Posteriormente foram sugeridas propostas de melhorias tanto pelos funcionários como pelos pesquisadores e proprietários para a solução do problema. Por fim, foi concluída a pesquisa a partir dos resultados obtidos.

4 PESQUISA DE CAMPO

Esta seção de pesquisa de campo irá apresentar os resultados da pesquisa com relação à identificação do produto final, ao mapeamento de processos, à análise dos dados e das informações e às propostas de melhorias.

4.1 Resultados relacionados à identificação do produto final

Visando cumprir com o primeiro objetivo específico deste trabalho, foi necessária a identificação do produto final para a realização do mapeamento e da análise de tempos e movimentos. Para isso, foi elaborado um questionário de avaliação do problema que posteriormente foi aplicado com o sócio proprietário da empresa no dia quatro de setembro de 2016, conforme Apêndice A. Nesse questionário constam seis perguntas básicas para esclarecer ainda mais sobre os produtos e os problemas detectados, como quantidade de produtos fabricados, forma de análise, dados que comprovam o problema e justificativas.

Primeiramente, é importante destacar a grande variedade de produtos manufaturados pela empresa. Isso existe principalmente devido à necessidade contínua de adaptações de acordo com as especificações de cada cliente. Definiu-se que para este trabalho, a análise seria feita baseada nas vendas dos últimos doze meses da empresa.

De um modo geral, há muitas oportunidades de melhoria em diferentes produtos, mas apesar de não haver dados quantitativos que comprovem os problemas, a escolha da Centrífuga de Mel Elétrica foi feita baseada em fatores a destacar: a) é o produto que possui o maior envolvimento dos funcionários, b) é um equipamento com alta complexidade de manufatura, c) é o equipamento mais importante no processamento do mel, item indispensável, d) é o produto mais vendido nos últimos doze meses (agosto de 2015 a agosto de 2016). Além disso, o sócio proprietário deu destaque a um problema visível não somente no processo de produção da centrífuga, mas de todos os produtos: não há inventário de ferramentas para cada funcionário. Há sempre uma perda significativa de tempo para buscar ferramentas em outros postos de trabalho.

Com estas informações definidas, seguiu-se para o segundo objetivo específico deste trabalho de conclusão de curso.

4.2 Resultados relacionados ao mapeamento de processos

Tendo sido realizada a identificação do produto final, mapeou-se o processo de produção da Centrífuga de Mel Elétrica de 16 caixilhos. Foram realizadas quatro visitas a campo para o mapeamento e para a análise dos tempos de cada setor, feitas nos dias 04/09, 16/09, 19/09 e 10/10 de 2016. Para a realização dessas coletas foram utilizadas quatro técnicas, sendo elas, observações, fotografias, anotações e cronometragem.

Primeiramente, como se trata de um processo complexo, dividiu-se os setores/partes do produto em cores para melhor identificação no mapeamento. De um modo geral, têm-se sete etapas principais para a fabricação do produto, conforme a Figura 3.

Etapas principais da Centrífuga de Mel Elétrica	
	Estrutura interna
	Estrutura externa
	Fundo
	Tambor inox
	Chapa externa
	Tampas
	Montagem

Figura 3 - Macroprocessos

O processo de fabricação inicia com duas etapas em paralelo (fundo e estrutura interna) e envolve cinco funcionários ao todo. Verificou-se a necessidade de espera ao término de uma etapa para iniciar outra (estrutura externa e tambor de inox). Depois de terminado o fundo, produz-se a chapa externa, que se unirá ao fundo para formar o tambor de inox. Posteriormente, o tambor de inox é manufaturado até a etapa de polimento da parte interna, com isso, a estrutura externa pode começar a ser produzida. Isso ocorre devido a não padronização dos tamanhos de fundo, isto é, como é produzido de forma manual na máquina de corte de plasma, nenhum fundo é produzido do mesmo tamanho, precisando ser feitos ajustes de chapa na elaboração da estrutura externa. Isso aumenta o tempo de processamento do tambor de inox (tempos muito grandes para ajustes de chapa e do fundo para soldar). Na sequência são produzidas as tampas e o produto é finalizado na etapa de montagem. O mapeamento completo da centrífuga pode ser visualizado no Apêndice J.

Com relação à análise de tempos e movimentos foram elaboradas planilhas para a coleta dos tempos de cada etapa do processo, para posterior cálculo do: 1. Tempo Elementar,

que é a média dos tempos coletados, 2. Tempo Normal, que é o tempo para execução da atividade do trabalhador considerando o fator de ritmo, 3. Tempo Padrão, que de acordo com Figueiredo, Oliveira e Santos (2011, p. 23) é “o tempo que um operador devidamente treinado executando sua função em um ritmo normal leva para executar a primeira operação [...]”, considerando também a tolerância, e 4. Produtividade, buscando saber a meta a ser atingida por um funcionário bem qualificado. Também foram calculados o percentual unitário de cada operação, para uma análise mais aprofundada das operações que levam mais tempo em todo o processo.

É importante destacar quatro pontos: 1. foi determinado um fator de ritmo de 100% para todas as operações, dado que os funcionários apresentaram uma habilidade satisfatória, trabalhando em um ritmo constante e com esforço satisfatório; 2. a tolerância foi definida em 15%, considerando que o trabalho é feito em um ambiente normal, ventilado, com temperatura ideal e bem iluminado; 3. a produtividade de algumas etapas foi calculada baseada em um turno de trabalho e não de forma horária conforme muitos autores utilizam, visto que as etapas têm um alto tempo de processamento e 4. foram coletados poucos ciclos de cronometragem em virtude da empresa trabalhar com processos de *jobbing*, que lida com variedade muito alta e baixos volumes, “cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros e [...] embora todos os produtos exijam o mesmo tipo de atenção, diferirão entre si pelas necessidades específicas” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 93).

Na Figura 4 são mostrados os tempos de cada etapa de forma resumida. Nota-se que existem tempos elevados de fabricação, com destaque para o setor de tambor de inox e estrutura interna, que foram os tempos mais elevados. Já o setor de estrutura interna requer um grande detalhamento de atividades, trabalhando com muitas soldas, cortes e ajustes, ficando como o segundo processo mais demorado. Os cálculos de todos os processos podem ser vistos nos Apêndices C, D, E, F, G, H, I.

Tabela Resumo - Tempos e Movimentos			
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			
Setor	Tempo total	Produtividade	Percentual Unitário
Estrutura interna	04:23:32	0,79	29%
Estrutura externa	03:17:29	1,06	22%
Fundo	00:14:27	3,61	2%
Tambor inox	06:19:58	0,55	42%
Chapa externa	00:22:13	2,35	2%
Tampas	00:13:21	3,91	1%
Montagem	00:19:03	2,74	2%
TOTAL	15:10:03	-	100%

Figura 4 - Tabela de resumo dos tempos de fabricação

Juntamente com o mapeamento de processos, a relação de tempos de cada setor auxilia na análise de alguns pontos importantes e que precisam de uma atenção maior em todo o processo de fabricação. Na próxima subseção deste texto os resultados são analisados e logo na subseção seguinte as propostas de melhoria são apresentadas.

4.3 Resultados relacionados à análise dos dados e das informações

Com a realização do mapeamento e cronometragem dos tempos, foram percebidos alguns pontos importantes durante toda a coleta de dados. Todo o processo é artesanal e manual, o que implica em altos tempos de fabricação. Muitos detalhes e ajustes precisam ser feitos e a espera de um processo para outro acaba gerando descontentamento dos funcionários, que poderiam trabalhar de forma independente se houvesse um padrão de tamanho, diminuindo o tempo de produção. Aqui cabe ressaltar o processo-chave de toda centrífuga, que é a elaboração do fundo do tambor. Devido ao corte da chapa ser feito de forma manual, nenhum fundo sai do mesmo tamanho e como os setores de estrutura externa e tambor de inox dependem do fundo, precisam esperar o mesmo ficar pronto para começar a produzir. Conforme mostrado na Figura 4, o setor de tambor de inox possui o maior tempo entre todos os setores, isso ocorre principalmente pela espera da utilização do tambor pelo setor de estrutura externa, o que agrega mais tempo no processo, além de haver muitos ajustes em virtude da não padronização das peças. Resumindo, o fundo do tambor provoca uma reação em cadeia que atrasa os outros dois setores importantes da centrífuga.

Além disso, percebe-se que alguns processos básicos são realizados com tempo desnecessário: ocorre busca de ferramentas em outro setor; os ajustes dos anéis da estrutura

externa são feitos sem gabarito, mas sim de forma manual na mesa de trabalho; demora para ajustar a solda da chapa externa em virtude do corte ser feito na guilhotina manual; alto tempo para proteger o fundo do tambor antes de soldar, devido a colocação de lâminas de diversos tamanhos de forma cuidadosa para não comprometer a posição do apoio para a solda, conforme mostra a Figura 5.



Figura 5 – Proteção do fundo do tambor de inox.

Todos esses detalhes comprometem o processo. De forma isolada parecem pequenos problemas, mas quando somados ao produto final, acabam comprometendo diversos setores e diminuem a produtividade dos funcionários e de toda a empresa.

4.4 Resultados relacionados às propostas de melhorias

Com as análises realizadas nos mapeamentos de processos e nos tempos, foram propostas algumas melhorias do processo de fabricação da Centrífuga de Mel. A elaboração dessas propostas também foi baseada em conversas com funcionários e sócios da empresa, mostrando o problema percebido, juntamente com a análise de cada proposta de melhoria e como cada uma destas pode auxiliar em todo o processo.

A primeira proposta de melhoria foi denominada: compra de guilhotina automática para corte da chapa externa. Um dos problemas verificados no mapeamento foi no processo de corte da chapa externa, que é feita de forma manual por dois operadores. Isso causa um

corte impreciso. Além disso, quando é feita a solda para união dessa chapa, ocorre uma perda muito grande de tempo para ajustar essa chapa. Isto pode ser visto na coleta dos tempos, onde se percebe que a etapa desta solda é a segunda mais demorada na elaboração do tambor de inox. A compra da guilhotina automática reduziria essa imprecisão no corte, além de reduzir pelo menos 50% o tempo de solda dessa chapa, que atualmente fica em torno de 40 minutos. Foram pesquisados alguns modelos de guilhotina automática, que atendem as necessidades de corte da empresa (área útil de corte de pelo menos 2500 mm). A Figura 6 mostra um exemplo de modelo ideal, que custa aproximadamente R\$ 38.000,00.



Figura 6 – Exemplo de guilhotina de corte aplicável ao processo

Fonte: JL Máquinas (2016)

A segunda proposta de melhoria foi denominada: compra de braço para corte da chapa do fundo. O grande gargalo e processo-chave da fabricação da centrífuga é o corte do fundo do tambor, que atualmente é feito de forma manual com a máquina de corte de plasma. Isso causa um efeito tanto para o tambor quanto para a estrutura externa, que dependem do fundo para serem produzidos.

Com um tamanho padrão de fundo, a estrutura externa poderia ser feita sem a necessidade de esperar o tambor ficar pronto, eliminando processos de ajuste (que ocupa cerca de 15 minutos). Isso diminuiria o tempo de processamento de toda centrífuga. Além do que adicionaria mais um processo em paralelo no início da fabricação. O tambor poderia ser manufaturado sem muitos ajustes para a solda, que reduziria em pelo menos 40% o tempo da etapa de “soldar (fundo + chapa externa)”. Como a elaboração de matrizes para padrão de fundos demandaria muito tempo e necessitaria de alto investimento, uma solução viável e barata para empresa é a elaboração de um “braço” que auxilia no processo de corte do fundo, mantendo tamanhos-padrão. Foi realizada em parceria com a empresa um protótipo em

SolidWorks, conforme a Figura 7. Os detalhes técnicos do gabarito podem ser conferidos no Apêndice B.



Figura 7 – Exemplo de gabarito de corte circular aplicável ao processo

O investimento é em torno de R\$60,00, com as peças produzidas em uma empresa especializada em Ijuí, Rio Grande do Sul.

A terceira proposta de melhoria foi denominada: elaboração de gabaritos para estrutura externa. Assim como na elaboração da estrutura interna, a estrutura externa trabalha com anéis superior e inferior. Ao invés de realizar ajustes manualmente para deixar o anel na forma correta, sugere-se a elaboração de um gabarito, bem como o modelo utilizado na elaboração da estrutura interna. Com isso, poder-se-ia diminuir 50% o tempo de ajustes desses anéis, feitos de forma manual. O gabarito de exemplo pode ser visto na Figura 8.



Figura 8 - Exemplo de gabarito para solda de anéis de corte aplicável ao processo

O investimento seria em torno de R\$ 1.000,00 para a elaboração dessa matriz de fixação dos anéis.

A quarta proposta de melhoria foi denominada: elaboração de gabaritos para proteção do fundo do tambor. Analisando a elaboração da estrutura externa, verificou-se que a etapa de “soldar apoio fundo” requer um alto tempo de preparação para proteção do tambor contra respingos de solda. A elaboração desses gabaritos reduziria pelo menos 66% desse tempo de solda, visto que o tempo atual é de aproximadamente 6 minutos de preparação e 3 minutos de solda. Além disso, o custo para a elaboração desses gabaritos é razoável, pois com uma chapa e meia de aço inox de tamanho 2,00m x 1,25m, que custa em torno de R\$ 300,00, seria possível elaborar proteções para todos os modelos de centrífugas vendidos pela empresa.

A quinta proposta de melhoria foi denominada: elaboração de inventários de ferramentas. Outro problema verificado e relatado pelo sócio proprietário da empresa foi a falta de uma cultura de organização de ferramentas para cada funcionário. Apesar da maioria dos operadores possuírem o armário de ferramentas para cada setor, este não é utilizado de forma correta. Ocorrem deslocamentos dos operários para buscar ferramentas em outros postos de trabalho. Aqui se sugere uma elaboração de um inventário para cada funcionário, catalogando e etiquetando cada ferramenta, verificando o que falta e entregando uma planilha de controle para cada funcionário ficar responsável pelas suas ferramentas no seu posto de trabalho.

Além disso, conscientizar o funcionário a realizar um tempo de *setup* para organização e separação do que vai ser utilizado na elaboração do trabalho. Isso faz com que o funcionário pense no que vai ser feito e não perca tempo quando já estiver executando o serviço. O investimento necessário dependeria apenas da compra de novas ferramentas. Na Figura 10 é mostrado um exemplo de inventário para documentação.

Descrição do item	Número de série	Data da aquisição /entrega	Custo	Assinatura

Figura 10 - Exemplo de inventário de ferramentas aplicável ao processo

A sexta proposta de melhoria foi denominada: compra de quadros individuais para anotações de valores padrões dos produtos. Outro problema é a atualização constante da apicultura na descoberta de novos métodos e novos padrões de tamanhos de caixa de abelhas. Isso faz com que as centrífugas sofram alteração de tamanho dos separadores dos caixilhos e anéis, não havendo um padrão a ser seguido. Atualmente, os tamanhos e medidas estão anotados em algum caderno de forma desorganizada ou simplesmente memorizado pelo funcionário. Um quadro individual para cada setor com os tamanhos de cada parte de forma organizada ajudaria na visualização e também eliminaria a necessidade de ajustes posteriormente, facilitando para os funcionários e para novos colaboradores. Seriam necessários quatro quadros que teriam um custo total de aproximadamente R\$ 237,00 incluídos canetas e apagador.

No total foram realizadas seis propostas de melhorias resumidas conforme a Figura 11. Retirando-se os tempos de ajuste e espera que seriam eliminados com as melhorias, nos setores de estrutura externa e tambor de inox, haveria um ganho de aproximadamente duas horas de produção, resultando numa diminuição de 15,27% do tempo de processamento da Centrífuga de Mel Elétrica.

Proposta	Custo	Viabilidade
Guilhotina automática	R\$ 38.000,00	X
Gabarito de corte do fundo	R\$ 60,00	✓
Gabaritos para estrutura externa	R\$1.000,00	X
Gabaritos para proteção do fundo do tambor	R\$ 300,00	✓
Inventário de ferramentas	-	✓
Quadros para valores padrão	R\$ 237,00	✓

Figura 11 – Quadro de resumo das propostas de melhorias

5 CONCLUSÃO

Com a realização dessa pesquisa foi possível perceber benefícios com a integração de dois métodos básicos da Engenharia de Produção, que juntos puderam auxiliar na identificação de oportunidades de melhoria na empresa. A revisão da literatura guiou o trabalho visando buscar conceitos e trabalhos na área, mostrando como outros autores resolveram problemas semelhantes. Apesar da dificuldade encontrada através dos procedimentos metodológicos, que se constitui de poucos dados de tempos para análise em

virtude do tipo de empresa, o mapeamento criou um conceito de visualização do todo, possibilitando uma visão mais aprimorada do processo de produção da centrífuga de mel elétrica.

Além disso, é importante destacar o aprendizado que cada funcionário adquiriu do seu método de trabalho: analisam o que fazem, pensam e explicam detalhadamente a sua função, dando abertura aos mesmos para questionamentos e busca da melhoria do processo. Isso mostra a necessidade de muitas empresas, principalmente de micro e pequeno porte, de aplicações básicas da Engenharia de Produção, que podem melhorar significativamente a empresa, mas que muitas vezes não ocorre em virtude de falta de tempo e de mão-de-obra para realizar estas aplicações.

Foram sugeridas seis propostas de melhorias em parceria com funcionários da empresa, cumprindo o objetivo deste trabalho, que busca propor melhorias em procedimentos operacionais por meio da elaboração de mapeamentos de processos e da análise de tempos e movimentos. Somados ao tempo total de produção, as propostas diminuiriam pelo menos 15% do tempo de processamento da centrífuga, com um investimento total em torno de R\$ 1.600,00, não considerando a compra da guilhotina automática.

Por fim, pode-se concluir que este trabalho foi satisfatório do ponto de vista do autor, pois foi possível aplicar dois métodos básicos, porém pertinentes da Engenharia de Produção. Sugere-se para estudos futuros uma análise mais detalhada de outros produtos, dado a grande variedade que a empresa possui. Além disso pode-se aplicar outros conteúdos, como previsão de demanda, estudo de viabilidade econômica e análise de mercado da cera de abelha no estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

AGRONATUR – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS APÍCOLAS. Disponível em: <http://www.agronatur.com.br/paginas/sobre_a_empresa>. Acesso em: 10 out. 2016.

ARLBJORN, J. S. Process optimization with simple means: the power of visualization. **Industrial and Commercial Training**, v. 43, n. 8, p. 151-159, 2011.

BANDEIRA, L. D.; PRATES, C.C. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 6. ed., 1977.

BONATTO, F.; KOVALESKI, J., L. Estudo de Tempos e Métodos para a elaboração de folha de processos no setor de montagem de cadeiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2013. **Anais eletrônicos...**Salvador. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_177_013_22476.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2016.

CAMPOS, R. C. P., MIGUEL, P. A C. Proposta de mapeamento de processo produtivo de uma empresa por meio da aplicação do QFD. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2005. **Anais eletrônicos...**São Paulo. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Campos_RCP_Proposta%20de%20mapeamento%20do%20processo.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2016.

CASTRO, D. R. C., RAMOS, M. O., COSTA, D. O. Estudo de tempos e movimentos no processo de flow rack em uma empresa de distribuição. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2012. **Anais eletrônicos...**Bento Gonçalves. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_157_913_19678.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. São Paulo: Edgard Blücher, 1. Ed., 1997.

DARWISH, A. **Business Process Mapping: a guide to best practice**. Melbourne: Writescop Pty Ltd, 1. ed., 2011.

FIGUEIREDO, F. J. S., OLIVEIRA, T. R. C., SANTOS, A. P. B. M. Estudo de tempos em uma indústria e comércio de calçados e injetados LTDA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011. **Anais eletrônicos...**Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_19103.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2016.

GARETH, R. T., CICMIL, W. S. Knowledge acquisition through process mapping. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 3, p. 302-323, 2016.

GIL, A. C. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 4. ed., 2008.

JL MÁQUINA. Disponível em:

<<http://www.jlmaquina.com.br/media/fill/960x400/ffffff/img/uploads/537676473e238.png>>.

Acesso em: 16 out. 2016

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 8. ed., 2009.

LEE, Q. **Facilities and workplace design: an illustrated guide**. Norcross Georgia: Engineering & Management Press, Institute of Industrial Engineers, 1996.

MARESCA, L. **Aplicação do MTM como instrumento de melhoria em uma linha de montagem: estudo de caso**. 2007. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

MELLO, A. E. N. S. **Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

MIGUEL, P. A. C. (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2. ed., 2012.

OKRENT, M. D., VOKURKA, R. J. Process mapping in successful ERP implementations, **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, n. 8, pp. 637-643, 2004.

OLIVEIRA, U. R. et al. Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas. **Produção**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 77-91, 2010.

PAVANI JÚNIOR, O., SUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos-BPM**. São Paulo: M. Books do Brasil, 1. ed., 2011.

PINHO, A. F.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. A Integração entre o Mapeamento de Processo e o Mapeamento de Falhas: dois casos de aplicação no setor elétrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 2006. **Anais eletrônicos...**Fortaleza. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR470325_7242.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2016.

PONTES, H. L. J.; YAMADA, M. C.; PORTO, A. J. Utilização de processos e simulação para melhoria da produtividade de uma linha de montagem de componentes automotivos. **Pesquisa e tecnologia Minerva**, v.5, n.1, p. 97-104, 2008.

PRADELLA, S. et al. Novo olhar: um estudo de caso sobre a análise e redesenho de processos em uma instituição do ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011. **Anais eletrônicos...**Belo Horizonte. Disponível

em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_142_898_18418.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2016.

SANTANA, L. S.; BORGES, F. A. S.; BORGES, F. G. Aplicação do Service Blueprint como ferramenta de análise e mapeamento de processos em serviços, um estudo de caso em uma concessionária de máquinas pesadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011. **Anais eletrônicos**...Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_stp_135_862_18928.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2016.

SHARMA, J. A., KRISHNA, N. V. Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 1, p. 89 – 116, 2014.

SINGH, B., SHARMA, S. K. Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm". **Measuring Business Excellence**, v. 13, n.3, p. 58 – 68, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

VOLPATO, F. B. et al. Mapeamento de processos: um estudo de caso em uma indústria de fios singelos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011. **Anais eletrônicos**...Belo Horizonte. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_17737.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2016.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DO PROBLEMA SÓCIO - PROPRIETÁRIO

Data da coleta: 04/09/2016

1. Quantos produtos são fabricados atualmente na empresa?

Atualmente são fabricados 24 produtos, dentro desse grupo, cada produto possui uma variedade de modelos específicos para cada cliente.

2. Sobre a escolha do produto: a análise será feita historicamente ou atualmente?

Baseado nas últimas vendas, analisamos os últimos doze meses da empresa.

3. Qual produto possui mais problemas em relação a desperdícios, perdas e qualidade?

Basicamente, todos produtos possuem alguma oportunidade de melhoria em seu processo de produção. Porém, o que dou destaque é para a Centrífuga de Mel Elétrica de 16 caixilhos.

4. A empresa possui dados quantitativos que comprovam o problema?

Não. A escolha do produto é baseada principalmente em quatro pilares:

- É o produto que possui o maior envolvimento dos funcionários;
- Complexidade do equipamento;
- Produto mais vendido nos últimos doze meses (08/2015 a 08/2016);
- É o equipamento mais importante no processamento do mel, item indispensável.

5. Você considera os problemas no processo de produção do produto algo:

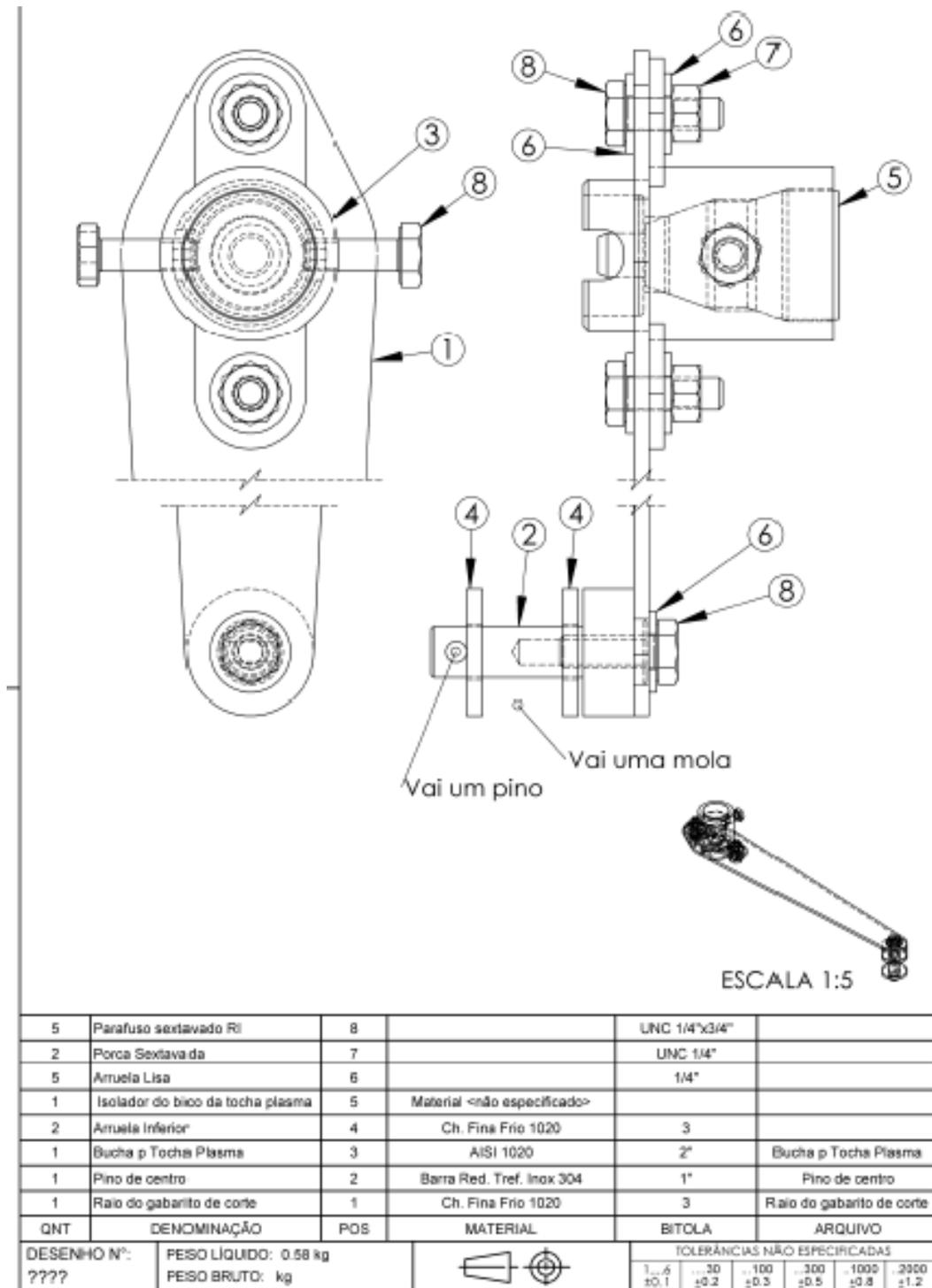
() Bom (x) Ruim () Não interfere na rotina

6. Você gostaria de fazer algum comentário adicional sobre os problemas na fabricação do produto?

Dou destaque a um dos problemas principais da empresa que se aplica não apenas à centrífuga: não há inventário de ferramentas para cada funcionário. Sempre há uma perda significativa de tempo para a busca de ferramentas em outros postos de trabalho.

Apêndice A. Resultados da pesquisa de comprovação do problema

APÊNDICE B



Apêndice B. Desenho técnico do gabarito de corte

APÊNDICE C

Tempos e Movimentos			Data: 16/09/2016 e 19/09/2016		04:00:00					
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Estrutura interna	Cronometrista: Andrei Schmidt						
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP	
5	Buscar MP	00:03:01	100%	15	00:03:01	00:03:01	0:03:28	0,791914	1,1%	
5	Preparar máquina para Polimento	00:00:40	100%	15	00:00:40	00:00:40	0:00:46		0,3%	
5	Polir chapas	00:09:17	100%	15	00:09:17	00:09:17	0:10:41		3,5%	
5	Cortar chapas (diâmetro fundo)	00:02:52	100%	15	00:02:52	00:02:52	0:03:18		1,1%	
5	Retirar rebarba	00:01:20	100%	15	00:01:20	00:01:20	0:01:32		0,5%	
5	Calandrar chapas	00:17:44	100%	15	00:17:44	00:17:44	0:20:24		6,7%	
5	Retirar rebarba buchas	00:00:40	100%	15	00:00:40	00:00:40	0:00:46		0,3%	
5	Ajustar Anéis	00:12:15	100%	15	00:12:15	00:12:15	0:14:05		4,6%	
5	Soldar Anéis	00:01:35	100%	15	00:01:35	00:01:35	0:01:49		0,6%	
5	Cortar União	00:00:21	100%	15	00:00:21	00:00:21	0:00:24		0,1%	
5	Polir União	00:00:24	100%	15	00:00:24	00:00:24	0:00:28		0,2%	
5	Colocar União no gabarito	00:00:42	100%	15	00:00:42	00:00:42	0:00:48		0,3%	
5	Soldar União e Bucha Inferior	00:10:48	100%	15	00:10:48	00:10:48	0:12:25		4,1%	
5	Ajustar Anel Interior (4 cortes)	00:04:48	100%	15	00:04:48	00:04:48	0:05:31		1,8%	
5	Soldar Ponto Anel Interior	00:05:12	100%	15	00:05:12	00:05:12	0:05:59		2,0%	
5	Soldar completo Anel Interior	00:05:36	100%	15	00:05:36	00:05:36	0:06:26		2,1%	
5	Ajustar Anel Interno	00:01:32	100%	15	00:01:32	00:01:32	0:01:46		0,6%	
5	Soldar Anel Interno	00:02:06	100%	15	00:02:06	00:02:06	0:02:25		0,8%	
5	Ajustar Coroa	00:00:40	100%	15	00:00:40	00:00:40	0:00:46		0,3%	
5	Soldar Coroa	00:01:58	100%	15	00:01:58	00:01:58	0:02:16		0,7%	
5	Ajustar Anel Superior (polimento)	00:01:05	100%	15	00:01:05	00:01:05	0:01:15	0,4%		
5	Colocar União (gabarito)	00:03:40	100%	15	00:03:40	00:03:40	0:04:13	1,4%		
5	Soldar União e Bucha Superior	00:09:52	100%	15	00:09:52	00:09:52	0:11:21	3,7%		

5	Medir para colocação dos separadores	00:02:13	100%	15	00:02:13	00:02:13	0:02:33	0,8%
5	Soldar Separadores (ponto + TIG) Anel superior	00:19:31	100%	15	00:19:31	00:19:31	0:22:27	7,4%
5	Polir Anel inferior	00:03:15	100%	15	00:03:15	00:03:15	0:03:44	1,2%
5	Realizar medida para corte (Anel interno + coroa)	00:03:10	100%	15	00:03:10	00:03:10	0:03:39	1,2%
5	Realizar medida para Separadores	00:01:23	100%	15	00:01:23	00:01:23	0:01:35	0,5%
5	Cortar Separadores p/ Ajuste	00:00:00	100%	15	00:00:00	00:00:00	0:00:00	0,0%
5	Soldar Separadores na Coroa	00:17:43	100%	15	00:17:43	00:17:43	0:20:22	6,7%
5	Polir Coroa	00:02:15	100%	15	00:02:15	00:02:15	0:02:35	0,9%
5	Cortar Coroa	00:03:14	100%	15	00:03:14	00:03:14	0:03:43	1,2%
5	Retirar rebarba Coroa	00:02:02	100%	15	00:02:02	00:02:02	0:02:20	0,8%
5	Encaixar Coroa e Anel Externo	00:00:40	100%	15	00:00:40	00:00:40	0:00:46	0,3%
5	Soldar Coroa + Anel Externo	00:10:02	100%	15	00:10:02	00:10:02	0:11:32	3,8%
5	Polir Anel Externo Superior	00:03:26	100%	15	00:03:26	00:03:26	0:03:57	1,3%
5	Preparar Anel inferior e superior (gabarito)	00:04:30	100%	15	00:04:30	00:04:30	0:05:11	1,7%
5	Cortar chapa União Anel sup. e inf.	00:02:36	100%	15	00:02:36	00:02:36	0:02:59	1,0%
5	Conferir altura	00:04:23	100%	15	00:04:23	00:04:23	0:05:02	1,7%
5	Soldar chapas União Anel sup. e inf.	00:21:03	100%	15	00:21:03	00:21:03	0:24:12	8,0%
5	Retirar estrutura do gabarito	00:02:16	100%	15	00:02:16	00:02:16	0:02:36	0,9%
5	Términar Solda dos Separadores na Coroa	00:15:35	100%	15	00:15:35	00:15:35	0:17:55	5,9%
5	Conferir medidas de corte Anel Interno	00:00:42	100%	15	00:00:42	00:00:42	0:00:48	0,3%
5	Cortar Anel Interno	00:03:01	100%	15	00:03:01	00:03:01	0:03:28	1,1%
5	Retirar rebarba Anel interno	00:01:09	100%	15	00:01:09	00:01:09	0:01:19	0,4%
5	Soldar Anel interno no fundo	00:09:15	100%	15	00:09:15	00:09:15	0:10:38	3,5%
5	Fazer preenchimentos e Soldar Anel no fundo p/ eixo	00:04:17	100%	15	00:04:17	00:04:17	0:04:56	1,6%
5	Aplicar Gel Decapante nas Soldas	00:20:48	100%	15	00:20:48	00:20:48	0:23:55	7,9%
5	Limpar toda a estrutura	00:06:55	100%	15	00:06:55	00:06:55	0:07:57	2,6%
TOTAL		4:23:32			04:23:32	04:23:32	05:03:04	100,0%

Apêndice C. Tempos e Movimentos – Estrutura interna

APÊNDICE D

Tempos e Movimentos					Data: 04/09/2016 e 16/09/2016		04:00:00		
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Estrutura externa	Cronometrista: Andrei Schmidt					
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
3	Conferir medida p/ construção do anel exterior	00:03:01	100%	15	00:03:01	00:03:01	0:03:28	1,056865	1,5%
3	Buscar MP	00:02:08	100%	15	00:02:08	00:02:08	0:02:27		1,1%
3	Cortar chapa p/ anel superior e inferior	00:03:05	100%	15	00:03:05	00:03:05	0:03:33		1,6%
3	Retirar rebarba	00:00:17	100%	15	00:00:17	00:00:17	0:00:20		0,1%
3	Calandrar anéis	00:04:38	100%	15	00:04:38	00:04:38	0:05:20		2,3%
3	Buscar MP (tripés)	00:00:50	100%	15	00:00:50	00:00:50	0:00:58		0,4%
3	Cortar Barra U para tripés	00:02:40	100%	15	00:02:40	00:02:40	0:03:04		1,4%
3	Retirar rebarba	00:00:53	100%	15	00:00:53	00:00:53	0:01:01		0,4%
3	Dobrar tripé (prensa)	00:00:56	100%	15	00:00:56	00:00:56	0:01:04		0,5%
3	Conferir diâmetro anéis	00:01:06	100%	15	00:01:06	00:01:06	0:01:16		0,6%
3	Cortar anéis para adaptar	00:01:19	100%	15	00:01:19	00:01:19	0:01:31		0,7%
3	Soldar união anéis	00:01:39	100%	15	00:01:39	00:01:39	0:01:54		0,8%
3	Retirar excesso de solda (anéis e pé)	00:13:06	100%	15	00:13:06	00:13:06	0:15:04		6,6%
3	Montar estrutura (solda pés + anel superior)	00:04:26	100%	15	00:04:26	00:04:26	0:05:06		2,2%
3	Conferir altura do tambor	00:01:03	100%	15	00:01:03	00:01:03	0:01:12		0,5%
3	Preparar anel inferior para soldar	00:02:50	100%	15	00:02:50	00:02:50	0:03:16		1,4%
3	Soldar anel inferior	00:03:10	100%	15	00:03:10	00:03:10	0:03:39		1,6%
3	Arredondar pés	00:00:27	100%	15	00:00:27	00:00:27	0:00:31		0,2%
3	Soldar pés	00:04:40	100%	15	00:04:40	00:04:40	0:05:22		2,4%
3	Arredondar chapa p/ preenchimento sup.	00:00:20	100%	15	00:00:20	00:00:20	0:00:23		0,2%

3	Soldar preenchimento tripé superior	00:10:37	100%	15	00:10:37	00:10:37	0:12:13	5,4%
3	Soldar pés com anel superior e inferior	00:02:16	100%	15	00:02:16	00:02:16	0:02:36	1,1%
3	Retirar excesso de solda	00:22:52	100%	15	00:22:52	00:22:52	0:26:18	11,6%
3	Ajustar orelhas	00:02:33	100%	15	00:02:33	00:02:33	0:02:56	1,3%
3	Soldar orelhas	00:03:53	100%	15	00:03:53	00:03:53	0:04:28	2,0%
3	Furar orelhas	00:02:15	100%	15	00:02:15	00:02:15	0:02:35	1,1%
3	Colocar parafuso	00:01:33	100%	15	00:01:33	00:01:33	0:01:47	0,8%
3	Realizar acabamento final	00:01:16	100%	15	00:01:16	00:01:16	0:01:27	0,6%
3	Cortar para parafusar	00:03:26	100%	15	00:03:26	00:03:26	0:03:57	1,7%
3	Conferir medida apoio fundo	00:01:03	100%	15	00:01:03	00:01:03	0:01:12	0,5%
3	Buscar MP (apoio fundo)	00:00:22	100%	15	00:00:22	00:00:22	0:00:25	0,2%
3	Medir Barra U	00:00:15	100%	15	00:00:15	00:00:15	0:00:17	0,1%
3	Cortar Barra U para apoio fundo	00:03:49	100%	15	00:03:49	00:03:49	0:04:23	1,9%
3	Retirar rebarba	00:00:48	100%	15	00:00:48	00:00:48	0:00:55	0,4%
3	Soldar apoio fundo	00:09:00	100%	15	00:09:00	00:09:00	0:10:21	4,6%
3	Retirar tambor e excesso de solda	00:01:26	100%	15	00:01:26	00:01:26	0:01:39	0,7%
3	Preencher com solda	00:08:41	100%	15	00:08:41	00:08:41	0:09:59	4,4%
3	Retirar excesso de solda (apoio fundo)	00:03:56	100%	15	00:03:56	00:03:56	0:04:31	2,0%
3	Conferir centro	00:03:34	100%	15	00:03:34	00:03:34	0:04:06	1,8%
3	Soldar apoio centro	00:02:46	100%	15	00:02:46	00:02:46	0:03:11	1,4%
3	Retirar excesso de solda (apoio centro)	00:00:30	100%	15	00:00:30	00:00:30	0:00:35	0,3%
3	Buscar motor	00:00:37	100%	15	00:00:37	00:00:37	0:00:43	0,3%
3	Instalar apoio do motor (nivelamento)	00:08:14	100%	15	00:08:14	00:08:14	0:09:28	4,2%
3	Soldar apoio motor	00:07:38	100%	15	00:07:38	00:07:38	0:08:47	3,9%
3	Retirar excesso de solda (apoio motor)	00:04:05	100%	15	00:04:05	00:04:05	0:04:42	2,1%
3	Conferir altura p/ instalação do painel	00:00:48	100%	15	00:00:48	00:00:48	0:00:55	0,4%
3	Furar tripé para painel	00:01:31	100%	15	00:01:31	00:01:31	0:01:45	0,8%
3	Soldar porca interna para parafuso	00:02:16	100%	15	00:02:16	00:02:16	0:02:36	1,1%

3	Lixar toda estrutura	00:11:32	100%	15	00:11:32	00:11:32	0:13:16	5,8%
3	Limpar toda estrutura	00:04:29	100%	15	00:04:29	00:04:29	0:05:09	2,3%
3	Preparar tinta para pintura	00:05:21	100%	15	00:05:21	00:05:21	0:06:09	2,7%
3	Pintar toda estrutura	00:11:32	100%	15	00:11:32	00:11:32	0:13:16	5,8%
TOTAL		3:17:28				3:17:28	3:47:05	100%

Apêndice D. Tempos e Movimentos – Estrutura externa

APÊNDICE E

Tempos e Movimentos					Data: 14/09/2016		01:00:00		
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Fundo		Cronometrista: Andrei Schmidt				
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
1 e 2	Buscar MP	00:00:57	100%	15	00:00:57	00:00:57	0:01:06	3,610651	7%
2	Furar centro da chapa	00:00:30	100%	15	00:00:30	00:00:30	0:00:35		3%
1	Cortar fundo	00:00:25	100%	15	00:00:25	00:00:25	0:00:29		3%
2	Retirar rebarba	00:00:36	100%	15	00:00:36	00:00:36	0:00:41		4%
1 e 2	Realizar abaulamento	00:07:34	100%	15	00:07:34	00:07:34	0:08:42		52%
1 e 2	Furar na matriz (cano escoamento)	00:04:25	100%	15	00:04:25	00:04:25	0:05:05		31%
TOTAL		00:14:27	100%	15		00:14:27	0:16:37		100%

Apêndice E. Tempos e Movimentos - Fundo

APÊNDICE F

Tempos e Movimentos					Data: 16/09/2016 e 19/09/2016				
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Tambor de Inox	Cronometrista: Andrei Schmidt		04:00:00			
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
4	Receber fundo	00:02:05	100%	15	00:02:05	00:02:05	0:02:24	0,549247	0,5%
4	Ajustar fundo (gabarito)	00:15:17	100%	15	00:15:17	00:15:17	0:17:35		4,0%
4	Soldar (chapa externa)	00:40:35	100%	15	00:40:35	00:40:35	0:46:40		10,7%
4	Polir parte externa	00:09:56	100%	15	00:09:56	00:09:56	0:11:25		2,6%
4	Realizar ajustes	00:10:34	100%	15	00:10:34	00:10:34	0:12:09		2,8%
4	Polir parte interna	00:11:25	100%	15	00:11:25	00:11:25	0:13:08		3,0%
4	Ajustar para solda (fundo + chapa externa)	00:33:12	100%	15	00:33:12	00:33:12	0:38:11		8,7%
4	Soldar (fundo + chapa externa) parte externa	00:35:53	100%	15	00:35:53	00:35:53	0:41:16		9,4%
4	Trocar de "cinta"	00:01:56	100%	15	00:01:56	00:01:56	0:02:13		0,5%
4	Soldar (fundo + chapa externa) parte interna	00:20:06	100%	15	00:20:06	00:20:06	0:23:07		5,3%
4	Polir parte interna	00:15:19	100%	15	00:15:19	00:15:19	0:17:37		4,0%
4	Esperar uso do tambor p/ estr. externa	02:03:19	100%	15	02:03:19	02:03:19	2:21:49		32,5%
4	Polir balde completo	00:03:39	100%	15	00:03:39	00:03:39	0:04:12		1,0%
4	Aumentar furo central	00:03:50	100%	15	00:03:50	00:03:50	0:04:25		1,0%
4	Realizar acabamento furo central	00:04:58	100%	15	00:04:58	00:04:58	0:05:43		1,3%
4	Soldar mancal centro	00:04:08	100%	15	00:04:08	00:04:08	0:04:45		1,1%
4	Soldar cano saída de mel	00:10:56	100%	15	00:10:56	00:10:56	0:12:34		2,9%
4	Polir solda cano saída de mel e mancal centro	00:19:15	100%	15	00:19:15	00:19:15	0:22:08		5,1%
4	Polir fundo externo	00:13:35	100%	15	00:13:35	00:13:35	0:15:37		3,6%
	TOTAL	06:19:58	100%	15		06:19:58	7:16:58		

Apêndice F. Tempos e Movimentos - Tambor inox

APÊNDICE G

Tempos e Movimentos					Data:				
					16/09/2016				
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Chapa Externa		Cronometrista: Andrei Schmidt			01:00:00	
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
1 e 2	Buscar MP	00:01:02	100%	15	00:01:02	00:01:02	0:01:11	2,348413	4,7%
1 e 2	Conferir medida de corte	00:01:50	100%	15	00:01:50	00:01:50	0:02:07		8,3%
1 e 2	Cortar chapa externa	00:06:35	100%	15	00:06:35	00:06:35	0:07:34		29,6%
1 e 2	Calandrar chapa externa	00:12:46	100%	15	00:12:46	00:12:46	0:14:41		57,5%
	TOTAL	00:22:13	100%	15		00:22:13	0:25:33		100,0%

Apêndice G. Tempos e Movimentos - Chapa externa

APÊNDICE H

Tempos e Movimentos					Data: 04/09/2016		01:00:00		
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica		Setor: Tampas	Cronometrista: Andrei Schmidt						
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
1 e 2	Buscar MP	00:00:43	100%	15	00:00:43	00:00:43	0:00:49	3,908158	5%
2	Furar centro da chapa	00:00:32	100%	15	00:00:32	00:00:32	0:00:37		4%
1	Cortar tampas	00:00:50	100%	15	00:00:50	00:00:50	0:00:58		6%
2	Retirar rebarba	00:00:28	100%	15	00:00:28	00:00:28	0:00:32		3%
1 e 2	Realizar dobras abauladora	00:05:25	100%	15	00:05:25	00:05:25	0:06:14		41%
2	Furar para colocar pegadores	00:00:49	100%	15	00:00:49	00:00:49	0:00:56		6%
2	Pintar as tampas	00:04:34	100%	15	00:04:34	00:04:34	0:05:15		34%
	TOTAL	00:13:21	100%	15		00:13:21	0:15:21		100%

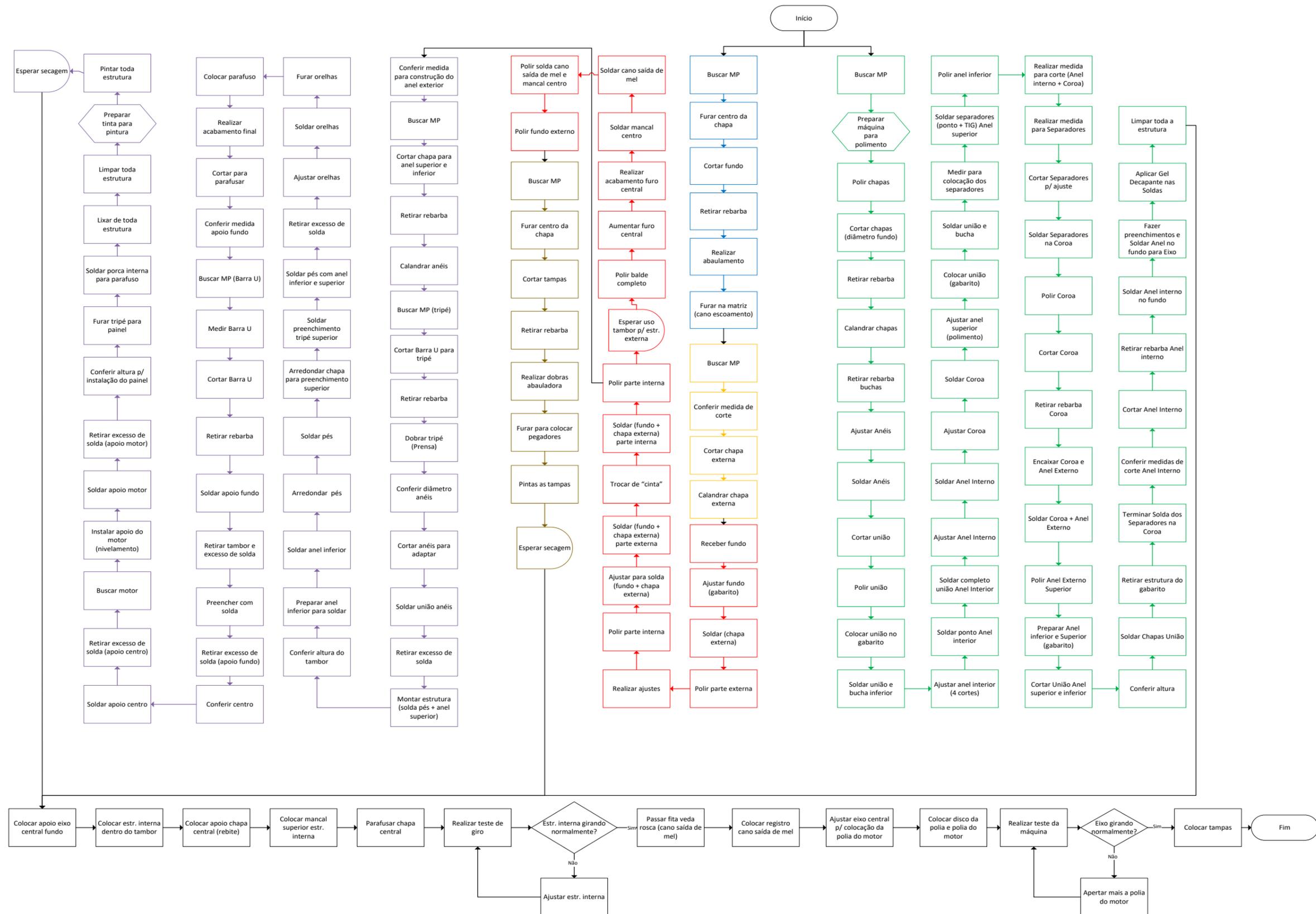
Apêndice H. Tempos e Movimentos – Tampas

APÊNDICE I

Tempos e Movimentos					Data: 10/10/2016		01:00:00		
Produto: FEE-160 - Centrífuga de Mel Elétrica			Setor: Montagem	Cronometrista: Andrei Schmidt					
Operador	Processos	Tempos (min)	Ritmo	Tolerância	TE	TN	TP	P	Percentual de TP
2	Colocar apoio eixo central fundo	00:01:23	100%	15	00:01:23	00:01:23	0:01:35	2,738788	7%
2	Colocar estr. interna dentro do tambor	00:00:30	100%	15	00:00:30	00:00:30	0:00:35		3%
2	Colocar apoio chapa central (rebite)	00:01:20	100%	15	00:01:20	00:01:20	0:01:32		7%
2	Colocar mancal superior estr. interna	00:01:18	100%	15	00:01:18	00:01:18	0:01:30		7%
2	Parafusar chapa central	00:01:34	100%	15	00:01:34	00:01:34	0:01:48		8%
2	Realizar teste de giro	00:00:54	100%	15	00:00:54	00:00:54	0:01:02		5%
2	Passar fita veda rosca (cano saída de mel)	00:01:12	100%	15	00:01:12	00:01:12	0:01:23		6%
2	Colocar registro cano saída de mel	00:01:05	100%	15	00:01:05	00:01:05	0:01:15		6%
2	Ajustar eixo central p/ colocação da polia do motor	00:02:33	100%	15	00:02:33	00:02:33	0:02:56		13%
2	Colocar disco da polia e polia do motor	00:01:33	100%	15	00:01:33	00:01:33	0:01:47		8%
3	Realizar teste da máquina	00:01:46	100%	15	00:01:46	00:01:46	0:02:02		9%
4	Colocar tampas	00:03:55	100%	15	00:03:55	00:03:55	0:04:30		21%
	TOTAL	00:19:03	100%	15		0:19:03	0:21:54		100%

Apêndice I. Tempos e Movimentos - Montagem

APÊNDICE J



Apêndice J. Mapeamento da Centrífuga de Mel Elétrica

