

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

ELVIS CÍRICO

DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE CENTRALIZAÇÃO PARA AUMENTO
DE PRODUTIVIDADE EM UMA EMPRESA TÊXTIL

JARAGUÁ DO SUL

30 de novembro de 2018

ELVIS CÍRICO

DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE CENTRALIZAÇÃO PARA AUMENTO
DE PRODUTIVIDADE EM UMA EMPRESA TÊXTIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Cassiano Rodrigues Moura

JARAGUÁ DO SUL

30 de novembro de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Círico, Elvis

**Desenvolvimento de uma matriz de centralização para
aumento de produtividade em uma empresa têxtil / Elvis Círico
; orientação de Cassiano Rodrigues Moura. Jaraguá
do Sul, SC, 2018.**

68 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul -
Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .
Inclui Referências.**

**1. Manutenção Autônoma. 2. Indústria 4.0. 3. Indústria
Têxtil. 4. Setup. 5. Produtividade. I. Moura, Cassiano
Rodrigues. II. Instituto Federal de Santa Catarina.
. III. Título.**

ELVIS CÍRICO

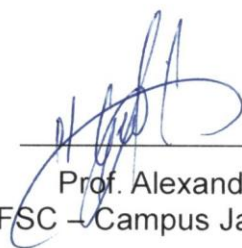
DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE CENTRALIZAÇÃO PARA AUMENTO
DE PRODUTIVIDADE EM UMA EMPRESA TÊXTIL

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.

Jaraguá do Sul, 30 de novembro de 2018.



Prof. Cassiano Rodrigues Moura, Me.
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Alexandre Zammar, Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Almir Turazi, Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

AGRADECIMENTOS

A todos meus professores, em especial ao meu orientador pelos aprendizados e por tudo que me auxiliou nas aulas e na formulação deste trabalho; agradeço muito a meus companheiros de sala que tive no decorrer desta jornada no IFSC e tantos que me auxiliaram nas diversas dificuldades e limitações que apareceram no decorrer do curso; a minha empresa que além de propiciar o meu desenvolvimento, me apoiou neste momento importante e fornece um ambiente agradável além de proporcionar a oportunidade de podermos criar e testar ideias; à minha família que sempre me apoiou, em especial minha esposa Suzane, minha mãe Marina e meu filho Eric que acabou de chegar neste mundo. E muita gratidão acima de tudo, à Deus, por tornar tudo isso possível!

Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se
não puder andar, rasteje, mas continue em frente de
qualquer jeito.

(Martin Luther King Jr, 1929 – 1968)

RESUMO

É imprescindível para o sucesso e sobrevivência das organizações a busca por uma melhora significativa no desempenho das empresas, tornando os equipamentos propícios a oferecer um aumento significativo de performance e conseqüentemente uma melhor produtividade. A automatização, modularização e padronização de métodos, processos, rotinas de trabalho e de funcionamento dos equipamentos, se tornam itens cruciais e de obrigatoriedade nas organizações para terem como base uma posterior implantação e desenvolvimento da indústria 4.0. Diante disso o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um dispositivo para melhorar um sistema de manutenção autônoma e reduzir o tempo de espera dos equipamentos de costura minimizando as perdas produtivas do processo de uma empresa têxtil. Esse dispositivo está sendo utilizado para troca rápida de matrizes em máquinas de costura do tipo filigrana e poderá ser manuseado pela própria área produtiva. Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada uma pesquisa exploratória, também conhecida como “pesquisa de base” pois oferece dados elementares que servirão de suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema proposto. O fluxo metodológico utilizado neste trabalho foi baseado em 3 macros atividades, a “Definição da melhoria”; “Projeto de melhoria” e “Avaliação dos resultados”. Foi observado nos resultados uma melhora significativa nas condições gerais das matrizes utilizadas para aplicação de aviamentos em máquinas de filigrana que estão sendo adaptadas para a melhoria, que até o mês de setembro de 2018, correspondiam à 55% do total de 1491 matrizes. Foi encontrada durante o desenvolvimento do trabalho, uma inconformidade na centralização padrão dos equipamentos que gerou uma dificuldade não esperada no desenvolvimento da melhoria, mas propiciou um ganho extra nos resultados da implantação devido ao fato de após a padronização de centralização, todos os equipamentos ficaram com seus pontos zeros padrões uns com os outros sendo possível ter uma intercambiabilidade de todas as matrizes em todos os equipamentos da empresa. Desta forma, além destes, os resultados com o desenvolvimento e a implantação do dispositivo em questão foram totalmente satisfatórios e possibilitará assim que 100% das matrizes sejam concluídas, que a própria área produtiva realize a troca de modelos a serem costurados sem a necessidade de aguardar a intervenção do manutentor.

Palavras-Chave: Manutenção Autônoma, Indústria 4.0, Indústria Têxtil, *Setup*, Produtividade.

ABSTRACT

It is essential for the success and survival of organizations to seek a significant improvement in the performance of companies, making the equipment propitious to offer a significant increase in performance and consequently better productivity. Automation, modularization and standardization of methods, processes, work routines and equipment operations become crucial and obligatory items in organizations to be based on a later deployment and development of the industry 4.0. Therefore, the general objective of this work was to develop a device to improve an autonomous maintenance system and reduce the waiting time of the sewing equipment, minimizing the productive losses of the process of a textile company. This device is being used for quick change and can be handled by the production area itself. For the development of this work an exploratory research was also used, also known as "basic research", since it offers elementary data that will serve as support for more detailed studies on the proposed theme. The methodological flow used in this work was based on 3 macro activities, the "Definition of improvement"; "Improvement project" and "Evaluation of results". The results showed a significant improvement in the general conditions of matrices that are being adapted for the improvement, which until September 2018 corresponded to 55% of the total of 1,491 matrices. It was found during the development of the work, a nonconformity in the standard centralization of the equipment that generated an unexpected difficulty in the development of the improvement, but provided an extra gain in the results of the implantation due to the fact after the standardization of centralization, all the equipment was left with their standard zero points with each other and it is possible to have an interchangeability of all the matrices in all the equipment of the company. Thus, in addition to these, the results with the development and implantation of the device in question were totally satisfactory and will enable 100% of the matrices to be completed, that the productive area itself will perform the exchange of models to be sewn without the need to wait the intervention of the manutentor.

Keywords: Maintenance Industry, Industry 4.0, Textile Industry, Setup, Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo metodológico adotado neste trabalho.....	36
Figura 2 – Principais ocorrências de setup (2016)	42
Figura 3 – Principais ocorrências de setup (2017)	43
Figura 4 – Principais ocorrências de setup (2018)	44
Figura 5 – Matriz para aplicação de plaquetas sem os pinos de centralização	46
Figura 6 – Máquina de Filigrana marca Brother modelo BAS 326G.....	47
Figura 7 – Exemplo de aplicação de uma plaqueta; (a) Plaqueta costurada em uma bermuda; (b) plaqueta posicionada em uma matriz para ser costurada	47
Figura 8 - Matriz e alinhamento com a extremidade da base da máquina	48
Figura 9 – Projeto do kit de centralização; (a) Vista frontal; (b) Vista superior ; (c) Vista isométrica	52
Figura 10 – Utilização do programador; (a) Conexão do programador no equipamento; (b) Programa nº 900 para posicionamento dos eixos X e Y.....	53
Figura 11 – Dispositivos desenvolvidos para centralização; (a) Kit de centralização; (b) matriz de posicionamento; (c) pino de centralização.	54
Figura 12 – Metodo de utilização do Kit de centralização; (a) Furação no suporte de fixação; (b) Pinos de centralização; (c) Fixação do suporte.	54
Figura 13 – Verificação do alinhamento dos eixos X e Y com a utilização da matriz de centralização	55
Figura 14 – Ocorrências devido centralização de programas (2016 e 2017)	57
Figura 15 – Quantidade de ocorrências x downtime por centralização de programas/matrizes nos anos de 2016, 2017 e parcial de 2018	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados gerais do setor têxtil referente ao ano de 2017	16
Tabela 2 - Vantagens com a implantação da Indústria 4.0	27
Tabela 3 - Visão parcial do relatório gerado no sistema SAP das notas de manutenção para o ano 2017.....	39
Tabela 4 – Tempo trabalhado pelo manutentor por ocorrência (Visão parcial)	40
Tabela 5 – Tratativas das melhorias conforme ocorrências (2018)	45
Tabela 6 – Cálculo do custo estimado para implantação da melhoria por equipamento.....	50
Tabela 7 – Indicação da situação atual de implantação da melhoria.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIT – Associação Brasileira da indústria têxtil

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ERP – Planejamento dos Recursos da Empresa

MA – Manutenção Autônoma

NBR – Norma Brasileira

PLC – Programmable Logic Controllers

PM – Manutenção Preventiva

ICT – Informação, Comunicação e Tecnologia

IOT – Internet Of Things

SAP - Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

TPM – Manutenção Produtiva Total

TI – Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivo específico	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Caracterização do setor têxtil	15
2.2 Tecnologia do vestuário	17
2.3 A natureza do problema da automatização do vestuário	18
2.4 A indústria 4.0	20
2.4.1 Internet das coisas	24
2.4.2 A indústria 4.0 nas organizações	24
2.5 A Função Manutenção	27
2.6 Manutenção produtiva total	29
2.6.1 Manutenção autônoma	32
3 METODOLOGIA	35
4 DESENVOLVIMENTO	38
4.1 Levantamento de dados	38
4.2 Proposta de melhoria	45
4.3 Estudo de viabilidade	49
4.4 Projeto de melhoria	51
4.4.1 Desenvolvimento	52
4.4.2 Testes e implantação	56
4.5 Padronização do processo	58
4.6 Avaliação dos resultados futuros	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXO A – Visão parcial do documento com passo a passo para utilização do kit de centralização	67

1 INTRODUÇÃO

Analisando as organizações de forma sistêmica, pode-se observar que a manutenção dos equipamentos por muito tempo foi tratada como algo isolado, onde a responsabilidade estava restrita apenas ao setor de manutenção. Neste sentido Osada (2000), afirma que atualmente a manutenção produtiva deixou de ser convencional baseada no setor de manutenção e se transformou em Manutenção Produtiva Total (TPM), com ênfase na participação total e no papel dos operadores da produção.

Levando-se em consideração que a operação dos equipamentos pelo pessoal da produção influencia diretamente nos custos de manutenção, o autor Xenos (2004) comenta que somente as ações do departamento de manutenção não são suficientes para melhorar o desempenho dos equipamentos e assim busca a estreita cooperação com outros departamentos da empresa, principalmente com o departamento de produção.

Nesta linha de pensamento e, conforme cita o autor Araújo (1996), a indústria do vestuário não pode se considerar uma indústria inovadora sendo por conseguinte forçada a importar tecnologia e ideias. Deste modo no que respeita à competitividade no mercado, os produtos internos entram em concorrência com produtos idênticos de proveniências diferentes, pelo que só poderão ser preferidos se o preço for baixo, a promoção mais agressiva ou se a qualidade e serviço forem superiores.

Ainda nesta linha de pensamento é possível verificar que é imprescindível para o sucesso e sobrevivência que seja alcançada uma melhora significativa na performance de nossas indústrias, tornando principalmente os equipamentos propícios a oferecer um aumento significativo de performance e conseqüentemente uma melhor produtividade.

Hoje na indústria da confecção têxtil existe ainda uma restrição e uma distância entre o fato de operar a máquina e efetuar manutenções, ficando assim a produção totalmente dependente do mantenedor. Isto muitas vezes, geram paradas de máquinas e perda de produção devido ao fato do equipamento perder rentabilidade produtiva ou até mesmo uma parada do mesmo devido a seus desgastes naturais das facas de corte, dispositivos móveis, entre outros, recorrentes

da grande troca de modelos.

Diante disso o objetivo deste trabalho é desenvolver um mecanismo que torne possível reduzir o tempo de espera dos equipamentos de costura têxtil implantando um dispositivo de troca rápida que poderá ser manuseado pela própria área produtiva. Para isso, busca-se envolver a equipe da área técnica no intuito de alinhar as informações e desenvolver uma solução de baixo custo que possa gerar retorno na minimização do tempo de espera dos equipamentos durante os *setups* visando assim melhorar os indicadores de desempenho da empresa viabilizar a redução da necessidade de intervenção mecânica disponibilizando a área técnica para outras necessidades de mão de obra especializada.

Por fim este trabalho busca destacar e desenvolver uma alternativa aplicável onde a própria produção possa contribuir a manter o perfeito funcionamento dos equipamentos evitando a parada e/ou diminuição da capacidade produtiva de um equipamento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver uma matriz de centralização para melhorar um sistema de manutenção autônoma e minimizar as perdas produtivas do processo de uma empresa têxtil.

1.1.2 Objetivo específico

- Levantar dados que possam direcionar os estudos afim de determinar quais ações são possíveis de serem implantadas para que os próprios operadores realizem tarefas simples em seus equipamentos e para evitar a intervenção mecânica para eventuais ajustes;
- Avaliar quais atividades geram mais ocorrências e conseqüentemente mais impacto no processo produtivo;
- Avaliar as atividades que podem ser executadas pelo operador de determinado equipamento e também atividades que necessitem intervenção mecânica e que possam ser evitados através de melhorias nos equipamentos;
- Destacar entre as atividades avaliadas quais alternativas sugeridas são mais

fáceis de implantação, geram menor custo, causam menor impacto nas atividades dos operadores (as) na produção no momento de sua execução e que tragam melhores retornos para a companhia;

- Desenvolver alternativa que atenda aos requisitos esperados e viabilize o setor produtivo efetuar trocas rápidas de dispositivos ou pequenos reparos corretivos ou preventivos sem intervenção mecânica;
- Otimizar a utilização dos equipamentos gerando aumento de produtividade e reduzir a necessidade de intervenção mecânica, disponibilizando a utilização da mão de obra técnica para outras necessidades.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na indústria têxtil é válido destacar que o índice de confiabilidade dos equipamentos de costura pode diminuir caso a manutenção não seja tratada de acordo com a devida importância. Para isso segundo Xenos (2004, p. 240) é necessário que os operadores tenham novas e desafiadoras responsabilidades onde participam da manutenção rotineira de seus equipamentos.

2.1 Caracterização do setor têxtil

O setor têxtil e de confecção é um dos mais tradicionais e complexos setores industriais do mundo. De cadeia produtiva longa, que se inicia na produção de fibras e filamentos, passando pela fiação, tecelagem, malharia, acabamento e confecção, suas indústrias – ou, pelo menos, parte delas – estão presentes em todo o planeta, desde em países desenvolvidos, até nos de menor desenvolvimento econômico relativo.

A indústria têxtil foi a principal responsável por deflagrar a primeira revolução industrial, no século XVIII, ao substituir os teares manuais, pela tecnologia das máquinas movidas a vapor. Desde então, nunca parou de investir em novas tecnologias de produção e, atualmente, está na vanguarda da implementação da chamada Indústria 4.01 (FLAVIO, 2016).

No Brasil, este pujante setor é responsável pela quarta maior cadeia produtiva integrada e verticalizada do mundo, sendo a maior do Ocidente. A indústria têxtil e de confecção nacional é uma das poucas existentes que se inicia na produção ou cultivo das fibras, que transformam-se em não tecidos ou passam pela construção do fio, seguido da fabricação do tecido ou da malha (ABIT, 2018).

Estes processos de entrelaçamento de fios ou de consolidação das fibras ou filamentos, no caso dos não tecidos, resultam em produtos têxteis com uma infinidade de acabamentos e possibilidades de aplicação, que podem ser consumidos por outros setores industriais – como o automobilístico, aeroespacial, médico-hospitalar e construção civil – ou continuar na cadeia de produção do setor, transformando-se em vestuário.

A Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) é uma das mais importantes entidades dentre os setores econômicos do País, foi fundada em

1957. Ela representa a força produtiva das empresas do setor têxtil instaladas por todo o território nacional.

Conforme dados da Associação Brasileira da indústria têxtil e de Confecção (ABIT), a indústria têxtil com um faturamento crescente que fechou em US\$ 45 bilhões em 2017 é o setor responsável por uma série de resultados consideráveis para o país, sendo também o segundo maior gerador de primeiro emprego. Tem mais de 29 mil empresas formais em todo o país, é o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e o quinto maior produtor têxtil do mundo além de ser responsável por empregar cerca de 1,479 milhão de empregados diretos e 8 milhões de indiretos onde 75% são mão de obra feminina. É o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas juntos. Outros dados gerais destacados do ano de 2017 podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados gerais do setor têxtil referente ao ano de 2017

	2016	2017
Faturamento da Cadeia Têxtil e de Confecção	US\$ 45 bilhões	US\$ 39,3 bilhões
Exportações (sem fibra de algodão)	US\$ 1,0 bilhão	US\$ 1,0 bilhão
Importações (sem fibra de algodão)	US\$ 5,1 bilhões	US\$ 4,2 bilhões
Saldo da balança comercial (sem fibra de algodão)	US\$ - 4,1 bilhões	US\$ - 3,2 bilhões
Investimentos no setor	R\$ 1.900 milhão	R\$ 1.671 milhão
Produção média de confecção (vestuário + meias e acessórios + cama, mesa e banho)	5,9 bilhões de peças	5,7 bilhões de peças
Produção média têxtil	1,7 milhão de toneladas	1,6 milhões de toneladas
Varejo de Vestuário	6,71 bilhões de peças,	6,3 bilhões de peças

Fonte: Adaptado ABIT (2017)

Em definição da própria associação, para atender todas as demandas da cadeia têxtil, que inclui as empresas produtoras de fibras naturais, artificiais e sintéticas, passando pelas fiações, beneficiadoras, tecelagens indo até as confecções, a ABIT mantém uma estrutura física e intelectual para dar suporte e orientação aos associados. Todas as atividades realizadas pela equipe de colaboradores e consultores visam apoiar o desenvolvimento sustentável das

empresas do setor, bem como defender seus interesses junto aos órgãos governamentais e entidades nacionais e internacionais.

Hoje, a (ABIT) aglutina associados de todo o Brasil, empresários de todos os elos da cadeia têxtil, desde as fibras naturais e químicas, passando pelas fiações, tecelagens, até às confecções. Com trabalho integrado, a (ABIT) quer tornar o setor têxtil e de confecção brasileiro uma referência em tecnologia e inovação no cenário mundial (ABIT, 2018).

2.2 Tecnologia do vestuário

A indústria têxtil e do vestuário encontra-se em época de grandes mudanças, o mundo em que vivemos, fortemente marcado pela revolução das comunicações das últimas décadas mudou substancialmente e exige uma formação profissional em sintonia com a nova ordem internacional que vem se desenvolvendo de uma forma muito dinâmica (MELO, 2007).

Com o mercado têxtil cada vez mais exigente tanto quanto as inovações tecnológicas, novidades em “*design*”, modernização dos parques fabris, ainda é imprescindível a competitividade na questão de custos, que são todos fatores importantes na diferenciação de produtos para a conquista de mercados. Outro fator decisivo para a diferenciação e competitividade no setor têxtil, é o desenvolvimento rápido de uma coleção, baseado em uma tendência do mercado da moda.

Araújo (1996) apresenta um Sistema de Resposta Rápida, que se baseia na produção rápida e flexível. Neste sistema o prazo da entrega da encomenda fica estipulada em um ideal básico de quatro semanas, onde:

- Duas semanas: formula-se o “*Design*” da coleção;
- Uma semana: para fabricação do tecido;
- Uma semana: para confecção das peças.

Neste sistema existe uma flexibilidade inerente que permite a colocação de mais encomendas de menor volume, que é uma característica cada vez mais presente e exigida das empresas no ramo têxtil. O tempo de produção das peças se torna então uma questão de sobrevivência para as organizações. O sucesso das empresas de confecção e vestuário depende da forma como se posicionam perante a concorrência em função de fatores determinantes da competitividade.

De acordo com Araújo (1996) toda eficiência fabril resulta da combinação

entre a eficiência dos operadores e da organização empresarial. As organizações têm que lidarem cada vez mais com coleções de vida curta, entregas rápidas, pequenas séries de peças, construções complicadas, fluxo de trabalho complexos e maiores exigências de trabalho e qualidade além dos crescentes custos salariais e mão de obra. O autor considera que para as empresas serem competitivas neste mercado, terão que prestar muita atenção à produtividade. O desafio é tornar a fábrica e os equipamentos capazes de reduzir o tempo médio de confecção de cada peça e também proporcionar uma capacidade de produção simultânea de modelos diferentes.

Conforme descrito por Melo (2007), para que o setor seja mais competitivo e produtivo, em um mercado cada vez mais globalizado, são necessários investimentos maciços em máquinas e equipamentos, para compensar uma defasagem tecnológica que impede o avanço da competitividade da indústria têxtil no mercado externo. Dados do setor apontam que as máquinas em operação no país têm, em média, 16 anos de uso, quando deveriam ser trocadas a cada cinco anos.

Pensando em novos métodos de gestão e em novas tecnologias a orientação só pode ser uma, o investimento em modernização. Um dos possíveis caminhos a seguir é a utilização crescente de sistemas de produção flexíveis para responder rapidamente a segmentos do mercado onde o valor acrescentado é elevado.

Desta forma é válido ressaltar que o investimento em melhorias nos equipamentos afim de reduzir o tempo de produção por peça é mais um passo para tornar a organização mais eficiente e condizente com a atual realidade das indústrias (ARAÚJO, 1996).

2.3 A natureza do problema da automatização do vestuário

Em meados da década de 1970, houve uma alteração na dinâmica produtiva, promovendo uma nova fase onde a automatização dos processos passa a ser uma constante. Com este novo paradigma, a introdução da microeletrônica na produção, a constante mudança nos processos, e a intensificação da comercialização entre diversos mercados, passaram a ser fatores determinantes para a competitividade de todas as indústrias, e especialmente para a indústria têxtil/confecção. Atualmente a tendência mundial desta indústria é pautada em um novo padrão produtivo, em

novos métodos de comercialização e novas formas de concorrência entre as empresas (FERNANDES, 2008).

Para aumentar sua produtividade e faturamento as corporações necessitam substituir técnicas utilizadas habitualmente, pois a atitude de se contentar com formas antigas de produzir as impedem de se desenvolver, essas organizações tendem buscar alternativas para substituir as utilizadas atualmente (NELSON e WINTER, 2005).

O processo de inovação no setor de vestuário é complexo, um dos desafios para se inovar é dar atenção às demandas dos consumidores, que se tornam cada vez mais exigentes em relação a aspectos como ambientais, segurança, ergonomia e preço. Em contrapartida as empresas lidam com limitações no orçamento, tecnologia, registro de patente, incertezas e riscos ao investir em inovação. Como consequência, torna-se cada vez mais difícil oferecer produtos competitivos no mercado (COSTA, 2011).

Do ponto de vista do autor Araújo (1996) a automatização tradicional é caracterizada por ser pouco flexível, só se justificando para produções em grande escala, contudo já é possível encontrar máquinas de costura com automatizações que são voltadas à execução repetitiva de uma ou mais operações de costura.

A automação na costura possui suas limitações por ser complexa, sobretudo devido ao fato do produto a ser produzido ser geralmente muito flexível, de dimensões variáveis e dimensionalmente pouco estável (sobretudo as malhas). O ciclo de trabalho consiste em pegar as partes de uma peça, juntá-las, guiá-las na costura e retirá-las da máquina. A automatização destas operações é complexa. O problema se agrava quando se torna necessário alterar material e/ou modelagem das peças a se costurar (ARAÚJO, 1996).

As empresas do setor têxtil e de confecção estão em busca de melhoria, através de inovações e não apenas uma melhoria focada simplesmente na questão econômica e financeira das mesmas. Elas almejam um processo mais rico que possa promover mudanças que agreguem valor, o que significa, em última análise, nos darmos conta das implicações humanas quando da adoção de técnicas de gerenciamento (ABRANCHES e SILVA, 1995).

2.4 A indústria 4.0

A primeira revolução industrial teve origem na Inglaterra entre os anos de 1760 a 1840, onde então se iniciou a mecanização dos processos industriais com o aprimoramento das máquinas a vapor e a criação do tear mecânico (LU, 2017). Gradualmente, substituíram-se métodos artesanais de fabricação por máquinas movidas a vapor. A utilização do vapor da água como fonte de energia foi à base desta revolução, que gerou consequências sociais e econômicas devido ao início da mecanização de processos de fabricação, principalmente na indústria têxtil. Apesar dos tecidos serem os produtos mais importantes da época, também houve gradativamente a mecanização da produção de diversos itens consumidos, como por exemplo: vidro, papel, couro e tijolos. Resultando em produtos mais uniformes, comparado aos produtos fabricados pelos artesãos.

No início do século 20 estava em andamento a segunda e nova revolução industrial. Esta foi marcada pelo aprimoramento de tecnologias e pesquisas científicas dos conhecimentos práticos obtidos na primeira revolução. A segunda revolução industrial aconteceu no período de 1870 a 1914 e se caracterizou pela divisão do trabalho, introdução da produção em massa com ajuda da energia elétrica, a exploração de novos materiais como aço e produtos sintéticos e o descobrimento de novos combustíveis (BRETTEL *et al.*, 2014).

Nos anos 70, a terceira revolução industrial passa a ser incorporada à indústria, caracterizada pela aplicação de controladores lógicos programáveis (*Programmable Logic Controllers - PLC*) para automação da manufatura conforme cita o autor Brettel *et al.*, (2014), além da utilização de tecnologias da informação para o gerenciamento da produção (STOCK e SELIGER, 2016). A terceira revolução industrial é conhecida como revolução digital devido principalmente a evolução da tecnologia analógica para a digital, onde também se ganhou consideravelmente a capacidade de processamento computacional com a utilização dos então recém inventados circuitos integrados que também diminuíram os custos de produção dos mesmos, com isso a indústria teve uma adaptação com à TI (Tecnologia da Informação) obtendo um constante aumento de desempenho econômico que ainda se mantém atualmente (SCHUH *et al.*, 2014).

No momento os processos produtivos se preparam para o que pode ser denominada uma nova revolução industrial, viabilizada pela utilização da internet

para realizar a comunicação entre pessoas e também entre máquinas, por meio de amplas redes de comunicação (BRETTEL *et al.*, 2014). De acordo com Schwab (2018), muitos observadores, pertencentes a vários domínios do conhecimento, também destacam esta revolução tecnológica como a 4ª Revolução Industrial. Esta nova revolução será caracterizada por uma fusão e desvanecimento de fronteiras entre as esferas físicas, digitais e biológicas.

O autor Schwab (2018) comenta que existem três razões pelas quais as transformações de hoje representam não apenas um prolongamento da Terceira Revolução Industrial, mas a chegada de uma Quarta e distinta: a velocidade, o alcance e o impacto dos sistemas. A velocidade das descobertas atuais não tem precedentes históricos. Quando comparado com as revoluções industriais anteriores, a quarta está evoluindo a um ritmo exponencial e não linear. Além disso, está afetando quase todos os setores de todos os países. E a amplitude e profundidade dessas mudanças anunciam a transformação de sistemas inteiros de produção, gestão e governança.

O termo Indústria 4.0 (*Industrie 4.0*) foi primeiramente utilizado em um relatório do grupo de trabalho para o desenvolvimento da manufatura para o governo da Alemanha. Este grupo de trabalho se originou de uma associação de representantes do governo, onde empresas e academia promoveram a ideia de uma abordagem a fim de aprimorar a competitividade da indústria alemã. O governo alemão após apoiar a iniciativa anunciou que esta quarta revolução industrial seria então denominada como indústria 4.0 e seria parte de seu projeto *High-Tech Strategy 2020 for Germany* com o propósito de levar a Alemanha à liderança na inovação tecnológica (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Esta nova revolução proporciona uma nova era da indústria, centralizada na utilização de recursos de informação e tecnologia da comunicação (ICT) para que assim, seja possível melhorar o processo de manufatura e negócio (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Entre os princípios para o desenvolvimento e implantação da indústria 4.0, que definem os sistemas de produção inteligentes que tendem a surgir nos próximos anos está a modularidade, que é a produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente (SILVEIRA, 2018).

Outro princípio na criação da indústria 4.0 é o surgimento do que tem sido

chamado de *smart factory*, que é um fábrica inteligente com estrutura modular em que os sistemas ciberfísicos monitoram processos físicos – criando uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas; fazem uso intenso de sistemas ciberfísicos e internet das coisas, que se comunicam entre si e com humanos em tempo real (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Em abril de 2013 foi publicado um trabalho final sobre o desenvolvimento da indústria 4.0. Seu fundamento básico implica que conectando máquinas, sistemas e ativos, as empresas poderão criar redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor que podem controlar os módulos da produção de forma autônoma. Ou seja, as fábricas inteligentes terão a capacidade e autonomia para agendar manutenções, prever falhas nos processos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção (SILVEIRA, 2018).

Assim como a diversidade dos conceitos de Indústria 4.0, os benefícios de sua aplicação também podem ser variados. A integração de objetos físicos, interações humanas, máquinas inteligentes, processos e linhas de produção resultam no desenvolvimento de uma nova cadeia de valor, inteligente, conectada e ágil, SCHUMACHER *et al.*, (2016). Esta nova cadeia viabiliza o desenvolvimento de novos modelos de negócios com diferentes organizações do trabalho. Estas possibilidades de arranjo das diferentes alternativas das tecnologias da Indústria 4.0 podem resultar em diversos benefícios (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Schwab (2018) também ressalta que a tecnologia tornou possíveis novos produtos e serviços que aumentam a eficiência e o prazer de nossas vidas pessoais. Pedir um táxi, reservar um voo, comprar um produto, fazer um pagamento, ouvir música, assistir a um filme ou jogar um jogo, qualquer um deles agora pode ser feito remotamente.

Esta revolução tecnológica que estamos vivendo, alterará fundamentalmente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Em sua escala, escopo e complexidade, a transformação será diferente de tudo que a humanidade já experimentou antes. Ainda não sabemos exatamente como isso vai se desdobrar, mas uma coisa é clara: a resposta a ela deve ser integrada e abrangente, envolvendo todos os atores da comunidade global, dos setores público e privado à academia e à sociedade civil (OLIVEIRA, 2018).

No futuro, a inovação tecnológica também levará a um milagre do lado da oferta, com ganhos de eficiência e produtividade a longo prazo. Os custos de

transporte e comunicação cairão, a logística e as cadeias de fornecimento globais se tornarão mais eficazes, e o custo do comércio diminuirá, o que abrirá novos mercados e impulsionará o crescimento econômico. A tecnologia é, portanto, uma das principais razões pelas quais a renda estagnou, ou mesmo diminuiu, para a maioria da população em países de alta renda: a demanda por trabalhadores altamente qualificados aumentou, enquanto a demanda por trabalhadores com menos escolaridade e habilidades reduzidas diminuiu. O resultado é um mercado de trabalho com uma forte demanda nos pontos altos e baixos, mas um esvaziamento do meio (OLIVEIRA, 2018).

Com as fábricas inteligentes, diversas mudanças ocorrerão na forma em que os produtos serão manufaturados, causando impactos em diversos setores do mercado. Isso significa um novo período no contexto das grandes revoluções industriais (OLIVEIRA, 2018).

No geral, existem quatro efeitos por excelência que a 4ª Revolução Industrial irá gerar no mundo dos negócios: no que respeita às expectativas dos consumidores, à melhoria dos produtos, à inovação colaborativa e às formas organizacionais. Neste sentido Oliveira (2018), também ressalta que sejam consumidores ou empresas, os clientes estão, de forma crescente, no epicentro da economia, o que significa que “tudo” está relacionado com a melhoria das formas mediante as quais serão servidos. Cada vez mais, os produtos e os serviços físicos podem ser melhorados com funcionalidades digitais que aumentam o seu valor.

Conforme Bouças (2018) o país é atualmente o quinto maior produtor têxtil do mundo, atrás de China e Índia, Estados Unidos e Paquistão. Em confecção, é o quarto maior produtor global, atrás de China, Índia e Paquistão. De acordo com o estudo, o Brasil está alinhado com outros grandes produtores têxteis e vestuário no mundo no que se refere à automação industrial e à implantação da chamada indústria 4.0, que inclui também, além da automação, o uso da internet das coisas para conectar máquinas e equipamentos entre si para garantir uma produção mais ágil e com menos perdas.

As indústrias brasileiras precisam investir mais em automação e capacitação da mão de obra, ao mesmo tempo em que o governo precisa promover acordos de comércio para ampliar o acesso das indústrias do país ao exterior. O acompanhamento foi financiado pelo instituto SENAI de tecnologia têxtil e de confecção, a pesquisa começou a ser realizada em 2016 e ouviu governos e

empresas em 80 países, o estudo foi elaborado pela consultoria suíça Gherzi, por encomenda da associação Brasileira da indústria Têxtil e de confecção (ABIT, 2018).

2.4.1 Internet das coisas

Para Sabo (2015), a Internet das Coisas é quando elementos físicos têm identidades e personalidades virtuais e operam em espaços por meio de interfaces inteligentes para se conectar e comunicar dentro de contextos sociais e ambientais.

Estes sistemas são baseados na integração de duas tecnologias já existentes: sistemas embarcados e Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*). Os sistemas embarcados operam interligados e em cooperação em ambientes fechados; a IoT é a interligação dos objetos físicos por meio de redes de dados globais ou locais. Com a IoT, os objetos podem ser identificados individualmente e interagir uns com os outros, a fim de alcançar objetivos comuns de forma autônoma. Por meio dela, objetos físicos e processos reais têm representações virtuais que permitem a interação entre si sem fatores limitantes do ambiente físico, como por exemplo posição geográfica e tempo, tornando o processo colaborativo mais rápido e efetivo (SABO, 2015).

Essa rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos é o chamado de internet das coisas. Isso implica uma infraestrutura de rede que interliga objetos físicos e virtuais gerando um grande volume e processamento de dados que desencadeiam ações de comando e controle das coisas. Três tipos de aplicações da internet das coisas foram definidos para explicar seu funcionamento: a aplicação para o usuário final, quando a IoT é incorporada à rotina do consumidor; a aplicação em negócios e serviços, quando a tecnologia se torna mais acessível e tangível ao consumidor (aqui se enquadram o surgimento de novos modelos de negócios e produtos-serviços híbridos); e a aplicação industrial, em que a tecnologia é invisível ao consumidor final. Esta última aplicação vem chamando atenção pela indústria 4.0 (HERMANN *et al.*, 2015).

2.4.2 A indústria 4.0 nas organizações

Para referenciar a aplicação da indústria 4.0, buscou-se analisar e estudar alguns casos para demonstrar alguns resultados obtidos de forma prática e também

algumas projeções de ganhos com a implantação da indústria 4.0 sendo possível assim nortear e demonstrar a aplicabilidade do termo nas indústrias.

Algumas iniciativas baseadas na indústria 4.0 foram desenvolvidas em uma renomada indústria automobilística com sedes na capital de São Paulo, São Bernardo do Campo, Taubaté e São Carlos além de uma unidade também em São José dos Pinhais no estado do Paraná. A indústria caracteriza-se por aplicar novos conceitos de automação em sua cadeia produtiva buscando o melhoramento contínuo da gestão de seus processos. O estudo concluiu que a aplicação destas novas tecnologias além da redução de custos vem trazendo uma vantagem competitiva da empresa no Brasil (MENDES, 2017).

O estudo realizado por Moreira (2017) demonstra quais os principais ganhos e desafios da indústria madeireira paranaense para alcançarem um nível de maturidade industrial no setor e quais os impactos ocasionados pela transformação da indústria convencional em indústria 4.0. O estudo demonstrou alguns entraves que dificultam esta implantação no setor, entre eles o tradicionalismo de empresas familiares, alto custo dos equipamentos e falta de mão de obra qualificada. O autor também destacou a necessidade de um incentivo do governo com programas de conscientizações dos industriários e concluiu que na aplicação da indústria 4.0 na linha de produção a mesma seria capaz de reagir de maneira corretiva e preventiva às falhas e falta de insumos e detectou que se este nível de maturidade nas boas práticas da indústria 4.0 for alcançado seria possível obter uma redução do desperdício de recursos, diminuição do tempo de produção e aumento da qualidade que impactará no aumento de vendas dos produtos no mercado interno e externo ocasionando um acréscimo de receita e consolidação das marcas no mercado.

Já Azevedo (2017), definiu uma plataforma para a avaliação de uma transformação digital para realizar melhorias na arquitetura tradicional de automação e controle das indústrias de *utilities* voltada para a questão da água com o objetivo de alcançar uma gestão eficiente dos recursos. Com o estudo apresentou-se o ganho com a utilização de históricos para prever necessidades e colaborar com a cadeia forma à atender sem falhas à demanda, conseguir gerenciar remotamente a planta e ter o controle definido por processos automatizados, utilizar dados climáticos em tempo real para antecipar as mudanças na disponibilidade ou necessidades de recursos, propiciar aos consumidores uma melhor visibilidade de seus consumos e visualizar a disponibilidade de recursos com o intuito de

preservação dos mesmos, melhoria na precisão das leituras entre outros. Este estudo também contribui para a questão de tratamento e distribuição de água em cidades inteligentes.

Para Morais e Monteiro (2016), que analisaram os principais aspectos da indústria 4.0 e os impactos nos meios de produção de bens manufaturados e na cadeia de suprimentos. Constataram que com a disseminação das tecnologias esses processos sofrerão mudanças profundas ou darão lugar a novos processos, os quais permitirão a produção de lotes pequenos e, até mesmo, lotes unitários a custos baixos e com elevados níveis de flexibilização. As referidas mudanças viabilizam economicamente a fabricação de produtos customizados, bem como a redução dos custos de distribuição dos mesmos. Foi identificado, portanto, que a Indústria 4.0 impõe ao meio produtivo um grande salto de desenvolvimento tecnológico, de modo que os setores de produção passem a vivenciar um ambiente denominado inovação de ruptura.

Na indústria de alimentos e bebidas, Nunes (2018) fez um estudo para analisar qual o impacto e o potencial da indústria 4.0 neste setor, e identificou que problemas macros como quebras de safra, alterações de requisitos de segurança alimentar e mudança nas exigências dos clientes passam a ter seus processos controlados até o menor detalhe de todos mapeando cada etapa com antecedência. Já no nível micro, os fabricantes podem melhorar a distribuição e a utilização de recursos, configurar fluxos de trabalho produtivos e até reduzir o impacto ambiental.

Contreiras (2015), realizou uma pesquisa descritiva no intuito de apresentar à uma microempresa, que vem contribuindo com outras empresas para a criação de máquinas, equipamentos e recursos próprios para o autofinanciamento e otimização de suas atividades. A empresa incentiva seus funcionários a buscarem conhecimento através de cursos técnicos e profissionalizantes e também garante melhorias salariais e pessoais á todos os colaboradores de igual forma para quem conseguir criar processos inovadores. O intuito foi apresentar características das Revoluções Industriais anteriores a fim de compreender a 4^o revolução e apresentá-la à empresa de uma forma geral e também seu mercado de atuação. Como considerações finais a pesquisa apontou que a empresa através de tecnologia consegue motivar de forma única seus colaboradores com a ideia de um compromisso com a inovação e os resultados.

Analizando os dados dos estudos relacionados à aplicação da industria 4.0,

podemos descrever os objetivos alcançados. A Tabela 2 apresenta uma analogia aos trabalhos dos autores citados anteriormente.

Tabela 2 - Vantagens com a implantação da Indústria 4.0

Autores	Objetivos alcançados
Contreiras (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria e motivação no ambiente de trabalho obtendo compromisso de seus colaboradores com a inovação e resultados da empresa;
Morais e Monteiro (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de novos processos para fabricação de lotes pequenos ou unitários; • Flexibilização; • Fabricação de produtos customizados;
Mendes (2017) Moreira (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de custos e melhor competitividade • Acréscimo de receita e consolidação das marcas no mercado; • Aumento da qualidade;
Azevedo (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Preservação dos recursos, previsibilidade de falhas no abastecimento e controle de gastos;
Nunes (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Operação sem falhas com menos custos e diminuição gastos com energia; • Otimização no uso de recursos naturais e diminuição do impacto no meio ambiente;

Fonte: Próprio autor (2018)

2.5 A Função Manutenção

Para Slack *et al.*, (2001), a manutenção é o termo usado, para abordar como as organizações tentam evitar as falhas ao cuidarem de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, principalmente em se tratando daquelas em que as instalações físicas possuem papel fundamental. Nas operações como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas, as atividades de manutenção serão responsáveis por parte significativa do tempo e da atenção da gerência de produção (SLACK *et al*, 2001).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma NBR-5462 de 1994, define manutenção como "a combinação de todas as ações técnicas e

administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida".

Para Ferreira (2000), a manutenção possui como definição ato ou efeito de manter em perfeitas condições tudo aquilo que foi criado um dia. O conceito do termo manutenção, portanto, mostra a importância da sua boa gestão para o alcance dos objetivos e metas estratégicos.

De acordo com Silva (2003), pode-se dividir o histórico da evolução da manutenção em três momentos distintos, sendo uma primeira instância encontrada no nascimento da mecanização da produção até a pré-eclosão da Segunda Guerra Mundial, caracterizada por sua atuação basicamente na correção de falhas, com algumas ações de lubrificação e limpeza. No segundo momento, durante a manutenção no Pós Segunda Guerra Mundial, influenciada pelo aumento da demanda produtiva, escassez de mão-de-obra, dependência das máquinas, surgiu a necessidade da busca da redução nas paradas de máquinas e sistemas, onde foi introduzida a manutenção preventiva.

Na terceira geração da manutenção, localizada na década de setenta, os processos industriais evoluíram para a intensificação da mecanização e posteriormente, a automatização. Criaram-se, na manutenção, expectativas de melhor desempenho dos equipamentos produtivos, além dos efeitos das falhas na produção. Com isto, é papel da manutenção aumentar a eficiência dos sistemas e equipamentos, amplificando a sua disponibilidade e confiabilidade.

Com a evolução da função Manutenção, surge a Engenharia de Manutenção, que preocupa-se com a produção do serviço, atuando na capacitação do pessoal e no desenvolvimento de técnicas para atuação nos equipamentos e instalações em geral, e através de planejamento e gerenciamento de sistemas, visa à automanutenção destes equipamentos e instalações, de modo a operar dentro dos requisitos de confiabilidade e disponibilidade, associadas ao menor custo, preservando a vida e a segurança das instalações (SILVA, 2003).

Além disso, verifica-se que atualmente a opção pela via descentralização-polivalência significa flexibilizar a organização do trabalho por meio dos seguintes princípios, que estão sendo adotados: divisão maleável e integração de funções administrativas; definição de tarefas de acordo com as circunstâncias e necessidades; integração de tarefas, para criar um trabalho completo, identificável, com resultados visíveis; privilégio ao trabalho em equipe, com forte incentivo para o

indivíduo e/ou o grupo programarem, com independência, o seu trabalho e determinarem os procedimentos relativos à execução de tarefas; desenvolver nos empregados a capacidade de prever problemas e incentivar soluções criativas; realização de tarefas e funções em grupos de trabalho; mão-de-obra qualificada com características multifuncionais e com múltiplas habilidades; informações claras sobre os resultados obtidos no trabalho e autocontrole (PALMEIRA e TENÓRIO, 2001).

2.6 Manutenção produtiva total

Com o final da Segunda Guerra mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência iniciando a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva (PM) baseada no tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, de Manutenção Corretiva de Melhorias, de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

Conforme Suzuki (1994), a tendência do Japão com relação à automação, combinado com a tendência de produção de tempo correto, estimularam o interesse em melhorar o gerenciamento de manutenção nas indústrias de fabricação e montagem. Isto deu origem ao processo único japonês chamado de Manutenção Produtiva Total (TPM), uma forma de manutenção produtiva que envolve os empregados.

Como explicado por Nascimento (2006), TPM é uma sigla em inglês para *Total Productive Maintenance* que traduzindo livremente significa Manutenção Produtiva Total. Segundo Jesus (2012), TPM é um método de gestão de manutenção proposto por Seiichi Nakajima, e este como necessidade das organizações tem sido implementado de um modo crescente desde o ano de 1971. Esta metodologia visa melhorar a “performance” (desempenho) e a produtividade dos equipamentos de uma fábrica. Todos na fábrica, em qualquer nível, devem se envolver na cultura e nas atividades; por isso da palavra Total em seu nome. Nas indústrias de processos Suzuki (1994) afirma que estas organizações necessitam de um gerenciamento de seus equipamentos. Este gerenciamento nestas indústrias tem

três aspectos, que são:

- Divisão de responsabilidades;
- Ciclo de vida do equipamento;
- Grau de planejamento de manutenção.

O TPM primeiramente se enraizou na indústria automobilística e rapidamente se tornou parte da cultura de corporação de companhias como *Toyota*, *Nissan*, e *Mazda*, e seus fornecedores e afiliados. Também foi introduzido por outras indústrias de eletrodomésticos, microeletrônicas, ferramentas de máquinas, plásticos, filmes, e muitas outras. Tendo introduzido a manutenção preventiva, as indústrias de processo começaram a implementar o TPM.

Na divisão de responsabilidades é necessário o planejamento para todo o ciclo de vida do equipamento. O balanço de custo tecnológico deve ser seguido nas fases de engenharia e manutenção desde que uma peça de equipamento foi primeiramente planejada até sua substituição final.

No ciclo de vida do equipamento, é onde se preocupasse com o tipo de manutenção que realizado, a metodologia que será utilizada, seja ela preventiva, corretiva ou preditiva, assim como sua frequência seja ela pré-estabelecida ou não. Para eliminar falhas, as organizações devem sabiamente combinar estas diferentes metodologias de manutenção.

Já o terceiro aspecto envolve alocar responsabilidades para a manutenção, que é decidir se estas tarefas serão feitas autonomamente por operadores de produção ou por especialistas de manutenção. Atualmente departamentos de produção e manutenção realizam algumas tarefas manutentivas independentes e algumas em colaboração. Os limites podem ser alterados, todavia, como os equipamentos estão se tornando cada vez mais automatizados e requerem pouca intervenção humana. Os tipos de equipamentos sendo gerenciados devem ser levados em consideração. A combinação de estratégias adotadas para alcançar zero paradas, zero defeitos e zero acidentes oscila dependendo da categoria específica do equipamento (SUZUKI, 1994).

Para implementação do TPM normalmente seguem-se quatro fases que são preparação, introdução, implementação e consolidação, estas são divididas em 12 passos conforme Quadro 1, que devem ser seguidos para que se alcance os resultados esperados.

Quadro 1 – Implementação TPM em 12 passos

PASSO	PONTO CHAVE
Preparação 1. Formalmente anunciar decisão tomada de introduzir o TPM	- A alta direção anuncia o programa em uma reunião interna; - Publicação em revista da companhia;
2. Conduzir educação introdutória e campanha publicitária do TPM	- Gerente sênior: treinamento de grupo para níveis específicos de gerentes; - Empregados: apresentação em slides;
3. Criar uma organização de promoção do TPM	- Comitê diretivo e subcomitês especializados; - Coordenação do TPM;
4. Estabelecer política e objetivos básicos do TPM	- Estabelecer linhas de base e alvos; - Prever efeitos;
5. Esboçar um plano mestre de implementação do TPM	- Do estágio de preparação ao de aplicação para o Prêmio PM;
Introdução 6. Começo das iniciativas do TPM	- Convidar clientes, afiliados e subcontratantes;
Implementação 7. Construir uma constituição corporativa designada a maximizar a eficiência da produção	- Perseguir a máxima eficiência de produção;
7.1 Conduzir atividades de melhoria focada	- Atividades de time de projetos e de grupos pequenos de trabalho;
7.2 Estabelecer e organizar programa de manutenção Autônoma	- Proceder passo-a-passo com auditorias e certificados de aprovação em cada passo;
7.3 Implementar programa de manutenção planejada	- Manutenção corretiva - Manutenção de parada - Manutenção preditiva
7.4 Conduzir treinamento de habilidade de operação e Manutenção	- Educação de grupo para líderes de grupo os quais, então, passarão o treinamento para os membros;
8. Construir um sistema de gestão antecipada para novos produtos e equipamentos	- Desenvolver produtos que são fáceis de se usar e equipamentos que são fáceis de se usar;
9. Construir um sistema de manutenção da qualidade	- Estabelecer, manter e controlar as condições para zero defeitos;
10. Construir um sistema eficaz de administração e apoio	- Aumentar a eficiência da produção – apoio. - Melhorar e tornar mais eficiente as funções administrativas e os ambientes de escritórios;
11. Desenvolver um sistema para gerenciar saúde, segurança e meio ambiente	- Assegurar ambientes sem acidentes e poluição;
Consolidação 12. Manter uma completa implementação do TPM e aumentar Níveis	- Inscrever-se para o Prêmio PM; - Objetivar melhores alvos.

Fonte: Adaptado de Suzuki (1994)

Uma das grandes diferenças do TPM para as demais técnicas de manutenção é a utilização do operador do equipamento na execução de pequenas tarefas de manutenção, ou seja, a execução da manutenção autônoma ou voluntária. Esta manutenção é um dos oito pilares da Manutenção Produtiva total, que são:

- Manutenção autônoma;
- Manutenção planejada;
- Melhoria Específica;
- Educação e treinamento;
- Controle inicial;
- Manutenção da qualidade;
- TPM *Office*;
- Segurança, saúde e meio ambiente.

Vale ressaltar que na estrutura descentralizada a principal vantagem é a maior integração entre os departamentos de Produção e Manutenção, o que facilita a implementação dos conceitos de Manutenção Produtiva Total, principalmente no que se refere à Manutenção Autônoma.

2.6.1 Manutenção autônoma

De acordo com o autor Xenos (2004, pag. 242), uma manutenção eficiente, consiste em três elementos que são:

- O trabalho das equipes de manutenção;
- O trabalho dos operadores da produção;
- A cooperação entre os departamentos de produção e manutenção.

Considerada como um dos pilares do TPM e iniciada a partir da sétima etapa de implementação, a Manutenção Autônoma (MA) consiste nas atividades que envolvem os operadores na manutenção de seus próprios equipamentos, independentemente da interferência do departamento de manutenção.

Nesta linha de pensamento, Suzuki (1994) cita que a manutenção é a manutenção dos equipamentos realizada pelos próprios operadores, que tem o intuito de garantir um alto nível de produtividade. As atividades de Manutenção autônoma começam nos equipamentos e se estendem por toda produção. O objetivo deste pilar é conscientizar o operador de sua responsabilidade com seu equipamento de trabalho através das atividades da manutenção diária.

De acordo com Suzuki (1994), depois que a manutenção preventiva foi introduzida no Japão vinda da América, operação e manutenção foram formalmente separadas. Assim como os operadores perderam sua posse dos equipamentos, eles gradualmente perderam o sentido de responsabilidade sobre os mesmos.

A manutenção autônoma praticada no TPM reverte esta tendência. Operadores se envolvem em rotinas de manutenção e atividades de melhoria que param com a deterioração acelerada, controlam a contaminação e ajudam a prevenir problemas com o equipamento. Quando a manutenção autônoma for planejada para ambientes de processo individual, os times de planejamento devem levar em consideração:

- Considerar como os passos de manutenção autônoma podem ser conduzidos de forma mais efetiva em diferentes tipos de equipamentos;
- Investigar a importância relativa dos diferentes itens de equipamentos e determinar métodos de manutenção apropriados;
- Priorizar tarefas de manutenção;
- Alocar responsabilidades apropriadamente entre pessoal de produção e de manutenção especializada;
- Atividades de manutenção autônoma são tipicamente implementadas em passos e somente são efetivas se a progressão de um passo para o próximo for estritamente controlada (SUZUKI 1994). O conceito de manutenção autônoma inclui qualquer atividade realizada pelo departamento de produção que tenha função de manutenção e tenha a intenção de manter a planta operando eficazmente e estavelmente para atender os planos de produção. As metas de um programa de manutenção autônoma são: Prevenir a deterioração do equipamento através da operação correta e de verificações diárias;
- Levar o equipamento a seu estado ideal através de restauração e o gerenciamento apropriado;
- Estabelecer as condições básicas necessárias para manter bem o equipamento;

Outro objetivo importante é utilizar o equipamento como um meio de ensinar as pessoas novas maneiras de pensar e trabalhar (SUZUKI 1994). A filosofia da manutenção autônoma consiste na quebra de barreiras entre as funções de operação e manutenção. A expressão “da minha máquina cuido eu” é a tônica da manutenção autônoma (NAKAJIMA 1989). A capacitação e principalmente o convencimento dos operadores de que a saúde dos equipamentos depende diretamente deles é uma das chaves do sucesso da implementação da manutenção

autônoma. Uma vez aprendidas e treinadas todas as lições, o operador passa a atuar autonomamente, assumindo a responsabilidade por todas as atividades propostas. Poderá ser treinado, também, em novas atividades, desde que demonstre interesse e habilidades para este fim.

Para Takahashi (1993); e Nakajima (1989), na manutenção autônoma existem sete etapas de implementação que são apresentadas no Quadro 2, das quais, as três primeiras podem ser consideradas críticas por influenciarem diretamente e de forma mais significativa, o nível de deterioração dos equipamentos.

Quadro 2 – Etapas para implementação da manutenção autônoma.

Etapa	Atividade	Conteúdo
1	Limpeza inicial	Limpeza, inspeção, lubrificação e aperto das partes dos equipamentos, identificando e corrigindo as anomalias
2	Eliminação das fontes de inconveniências e locais de difícil acesso	Eliminação das fontes de contaminação, melhoria na posição de elementos do equipamento à inspecionar, mudanças de altura e fixação de proteções
3	Elaboração de padrões de lubrificação e inspeção	Implementação de ações e procedimentos que permitam a inspeção, lubrificação e aperto de forma rápida e eficaz e nas frequências pré-estabelecidas.
4	Inspeção geral	Elaboração de manuais simples e eficazes para inspeção e reparos. Identificar e eliminar as causas das inconveniências
5	Inspeção voluntária	Elaboração de listas de verificação dos equipamentos para execução do autocontrole
6	Organização e ordem	Padronização de atividades de inspeção, de lubrificação, de manutenção de ferramentas e moldes além da padronização dos registros
7	Consolidação da manutenção autônoma	Melhoria contínua do nível de excelência do autocontrole dos equipamentos, atrelada ao gerenciamento dos objetivos e metas da organização

Fonte: Adaptado de Nakajima, 1989.

No intuito de preservação dos equipamentos, eliminar perdas, desperdícios evitar quebras e interrupções da produção, a manutenção autônoma se tornou um programa indispensável nas empresas, favorecendo assim a maximização da eficácia do equipamento. A manutenção autônoma da produção significa otimizar a habilidade do operador e o conhecimento do seu próprio equipamento para

aumentar ao máximo a sua eficiência de operação. Ele estabelece um esquema de limpeza e manutenção preventiva para prolongar a vida útil do equipamento. Procura, também, envolver todos os funcionários, desde a alta administração até membros das equipes individuais que participam do sistema.

Na atual conjuntura econômica é uma questão de sobrevivência das companhias manter a competitividade. Entre outras ações, é possível atingir através da constante redução de gastos e da correta implantação da manutenção autônoma. Dessa forma, é certo que será um resultado obtido.

Os avanços em tecnologia proporcionam que hardware e software de computadores também se intensifiquem quanto à tendência em automação, onde um obstáculo maior entretanto, é a grande quantidade de trabalho manual exigida para manter os numerosos sensores que a automação exige e lidar com os vazamentos, derramamentos, bloqueamentos e outros problemas característicos de indústrias de processo. As melhores pessoas para resolver estes problemas são aquelas mais intimamente familiarizadas com o local de trabalho, os operadores, desta forma a necessidade para manutenção autônoma está crescendo (SUZUKI 1994).

3 METODOLOGIA

Neste trabalho o levantamento dos dados conceitualmente foi realizado utilizando o tipo de pesquisa exploratória objetivando oferecer uma visão panorâmica da situação prática à ser explorada. Pode-se dizer também que esta pesquisa é denominada como “pesquisa de base” como cita a autora Gonsalves (Pag. 67, 2011), pois oferece dados elementares que servirão de suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema proposto.

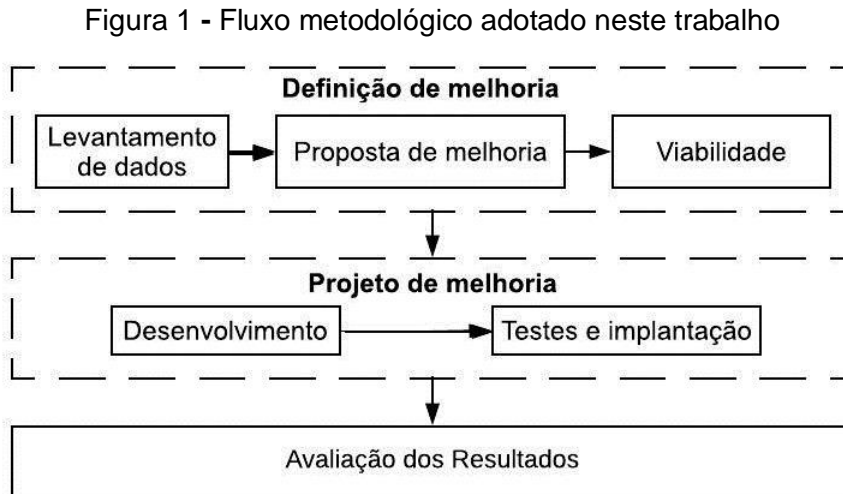
Procurou-se desenvolver uma forma de reduzir consideravelmente os índices de downtime dos equipamentos, ocasionados por setups no setor da costura. O objetivo foi identificar dentre os maiores índices de setups na fábrica, um item que se apresenta viável para desenvolver uma melhoria eficaz e definitiva atendendo questões de produtividade como o custo benefício. Dentre as possibilidades, e com melhor sugestão de melhoria, optou-se por eliminar as ocorrências/chamados manutentivos do problema de centralização de programas e matrizes em máquinas de filigrana Brother, já que esta ocorrência foi repetitiva nos principais apontamentos

de setups dos anos de janeiro do ano de 2016 à setembro de 2018 e atende aos demais critérios estabelecidos.

Para dar início ao desenvolvimento do estudo de caso foi necessário realizar o levantamento de dados. Nesta etapa foi necessário obter um amplo conhecimento de todas as ocorrências oriundas de necessidades do setor produtivo da empresa em estudo, onde ocorrem via chamados mecânicos através de notas de manutenção criadas no sistema SAP, que é um sistema integrado de gestão empresarial (*ERP*) - *Enterprise Resource Planning*.

Com isso pode-se gerar os relatórios das intervenções da manutenção por períodos pré-estipulados, onde foi possível realizar um levantamento detalhado de todas as ocorrências, ou seja, um levantamento de todas as notas de solicitações de manutenções criadas pelo setor produtivo e filtrá-las de acordo com a necessidade.

O fluxo metodológico utilizado neste trabalho é apresentado na Figura 1, onde pode-se observar 3 macros atividades, a “Definição de melhoria”; “Projeto de melhoria” e “Avaliação dos resultados”:



Fonte: O próprio autor (2018)

a) Definição de melhoria

Inicialmente foi realizado o alinhamento das informações, nesta fase foi feito o levantamento de dados no intuito de identificar as principais interferências de paradas dos equipamentos produtivos na área da costura. É necessário ter um conhecimento amplo de todas as ocorrências oriundas de necessidades do setor produtivo que ocorrem via chamados mecânicos através de notas de manutenção

criadas no sistema SAP, que é um sistema integrado de gestão empresarial (ERP). É possível assim gerar relatórios por períodos pré-estipulados e fazer um levantamento detalhado de todas as ocorrências, ou seja, um levantamento de todas as notas de solicitações de manutenções criadas pelo setor produtivo e filtrá-las de acordo com a necessidade. Assim é possível dispor esses dados de forma organizada onde se possam detalhar todas as interferências da manutenção nos equipamentos do setor. Nesse relatório é possível selecionar quais as causas das ocorrências, se é por quebra, manutenção programada ou *setup* que é o caso estudado neste trabalho.

Em seguida a compilação destes dados foi apresentada à equipe técnica de manutenção, onde são definidos os principais parâmetros que serão analisados para o desenvolvimento da melhoria a ser implantada. Dessa forma, na sequência, é de suma importância a análise da viabilidade de implantação da sugestão verificando os ganhos instantâneos, o *payback* e diminuição do tempo de espera dos equipamentos. Após a proposta de melhoria definida foi realizada a apresentação da ideia adotada para a gerência da empresa, afim de obter aprovação.

b) Projeto de melhoria

Esta etapa se inicia com o desenvolvimento do projeto de melhoria, onde se procura dar forma à ideia que foi definida na etapa anterior. Dependendo da complexidade desta melhoria são envolvidos setores como métodos e tempos, fabricação/ferramentaria, aparelhistas (que desenvolvem aparelhos e guias internamente) ou setor de eletrônica caso necessário implantação de sensores, motores elétricos, entre outros. Nesta fase foi possível identificar a real dificuldade do desenvolvimento ou até mesmo empecilhos que dificultem que a ideia seja desenvolvida e/ou implantada.

O ideal é que esta dificuldade seja detectada já no início do desenvolvimento do projeto e assim seja evitado possíveis custos que neste caso seria desperdício. Na maioria das vezes as melhorias são desenvolvidas integralmente dentro da empresa, a mesma é realizada pelos próprios mantenedores. Posteriormente é realizado o desenvolvimento do dispositivo. Este será implantado para se iniciar a padronização do processo e definido os métodos seguintes como os testes, avaliação dos resultados e comparativo da melhoria.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Levantamento de dados

No ano de 2017 foi registrado um total de 15524 ordens de manutenção para ajustes de *setups* nos equipamentos, ou seja, os mecânicos foram acionados 15524 vezes no ano de 2017 para ajustar os equipamentos do setor da costura da empresa de acordo com a modelagem que entrou no setor para ser produzido, isto é, malhas e tecidos de cores e composições diferentes, trocas de estampas, bordados, apliques, botões entre outros. Nestas trocas de modelos além de trocarem as malhas/tecidos temos uma alteração de aviamentos que são os botões, zíperes, linhas, fios e também as etiquetas ou plaquetas, por exemplo, que é o aviamento utilizado no desenvolvimento desta melhoria.

Através da coleta destas informações geradas pelo sistema SAP utilizado na empresa, pode-se trabalhar com os dados de forma organizada tornando possível dispor estas informações e detalhar todas as interferências manutentivas nos equipamentos do setor da costura. Nesse relatório é possível identificar as causas das ocorrências, bem como filtra-las por quebra, manutenção programada ou *setup* que é o foco utilizado neste trabalho.

Este relatório apresentado na Tabela 3 é alimentado pelos próprios operadores que através de uma transação específica do SAP registram a necessidade de uma intervenção mecânica de acordo com a dificuldade encontrada, gerando assim uma nota de manutenção que é transformada em ordem pelo próprio manutentor no momento do atendimento à ocorrência. Nesta nota o operador da produção registra o número do equipamento em questão e na descrição o mesmo insere manualmente informações sobre a necessidade daquele chamado. O campo com a denominação do equipamento é preenchido automaticamente através do número do equipamento inserido pelo operador, que através deste número, o sistema informa (preenche) o campo “Denominação”, conhecido internamente como operação, ou seja, o que o equipamento é desenvolvido ou adaptado para costurar, basicamente, operação é o acabamento que o equipamento é projetado/preparado para realizar na peça que será costurada. O manutentor após o seu atendimento à ocorrência fecha a ordem inserindo o que foi ajustado no equipamento, e os devidos tempos utilizados, alimentando assim os dados necessários para que seja gerado o

“Tempo de duração da parada” é o que conhecemos internamente como *downtime*. Este demonstra o tempo real que o equipamento ficou sem produzir devido o problema ou ajuste necessário, conforme pode-se verificar na tabela 3.

Tabela 3 - Visão parcial do relatório gerado no sistema SAP das notas de manutenção para o ano 2017

Ordem	Data	Equipamento	Denominação	Descrição	Duração Parada (min)
40389086	09/01/2017	2005335	Ov Conjugado c/transporte superior	Patina	22
40389146	09/01/2017	2007137	Costura Reta	Quebra agulha	75
40389140	09/01/2017	2000503	Abrir Bolso Coração	não corta tecido	17
40389141	09/01/2017	2000742	Pregar Bolso	Arrebenta linha	12
40389163	09/01/2017	2000566	Pregar Gola com Tira	Patina na entrada	73
40389170	09/01/2017	2006612	Pregar Bolso	não dobra bolso e vaza ar	25
40389173	09/01/2017	2004712	CRBR	Regular programa	17
40389162	09/01/2017	2003107	Botão Manual	Trocar garra	12
40389188	09/01/2017	2000211	Pregar Bolso	Centralizar matriz o7	50
40389189	09/01/2017	2001789	Pregar Bolso Embutido Automático	Regular laser	78
40389181	09/01/2017	2003444	Costura Reta	Regular franzido	67
40389236	09/01/2017	2000613	Costura Reta	Embuchando	17
40389203	09/01/2017	2002146	Pregar passante	Regular pinça	85
40388919	09/01/2017	2009176	Caseado olho	Faca do caseado não corta	17
40389253	09/01/2017	2007131	Costura reta	Regular franzido	50
40388910	09/01/2017	2001789	Pregar bolso embutido automático	Abre arremate	25
40388918	09/01/2017	2007548	Pregar bolso	Programa 3401 não está na memória	58
40389281	09/01/2017	2000636	OV conjugado	Tirar faca de resíduo	50
40388909	09/01/2017	2000284	Pregar Gola com Tira	Sobe resíduo	17
40388911	09/01/2017	2003294	Gov com alp	Variação no punho	40
40389280	09/01/2017	2000075	Pregar Gola com Tira	Patina na entrada	07
40389284	09/01/2017	2001317	Ov pico	Regular pra modelo	75
40389124	09/01/2017	2007027	Filigrana lapela	Verificar velocidade	00
40389295	09/01/2017	2007748	Embutidor	Empurra	17

Fonte: O próprio autor (2018)

Organizando ordenadamente a disposição destas informações é possível identificar quais destas interferências mais afetam diretamente o setor produtivo, devido ao tempo de parada do equipamento para manutenção. Na Tabela 4 é possível visualizar por datas quais ordens de manutenção foram atendidas, a data de início e fim do trabalho e também a duração do atendimento, assim pode-se observar o tempo total trabalhado pelo mantenedor por ocorrência, este tempo é

diferente do tempo de duração da parada do equipamento, pois demonstra todo o período que o manutentor ficou no equipamento desde sua locomoção até a ocorrência até a finalização dos testes feitos pelo operador. Utilizando como exemplo a primeira linha da Tabela 4, é possível identificar que a ordem de nº 40381229 gerada pelo manutentor, foi atendida no dia 01/12/2017 e finalizada no mesmo dia. Já em tempo o manutentor trabalhou ao todo 30 minutos nesta ocorrência. Normalmente o levantamento destas informações é realizado mensalmente onde são identificados os principais indicadores conforme as solicitações de manutenção. Para visualizar o tempo total do atendimento do manutentor é necessário gerar outro relatório específico para esta necessidade, conforme é possível visualizar no exemplo de relatório apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Tempo trabalhado pelo manutentor por ocorrência (Visão parcial)

Criado em	Ordem	Data início	Data fim real	Trabalho real (min)
01/12/2016	40381229	01/12/2017	01/12/2017	30
01/12/2016	40381230	01/12/2017	01/12/2017	50
01/12/2016	40381231	01/12/2017	01/12/2017	53
01/12/2016	40381234	01/12/2017	01/12/2017	40
01/12/2016	40381237	01/12/2017	01/12/2017	25
01/12/2016	40381238	01/12/2017	01/12/2017	15
01/12/2016	40381239	01/12/2017	01/12/2017	29
01/12/2016	40381260	01/12/2017	01/12/2017	34

Fonte: O próprio autor (2018)

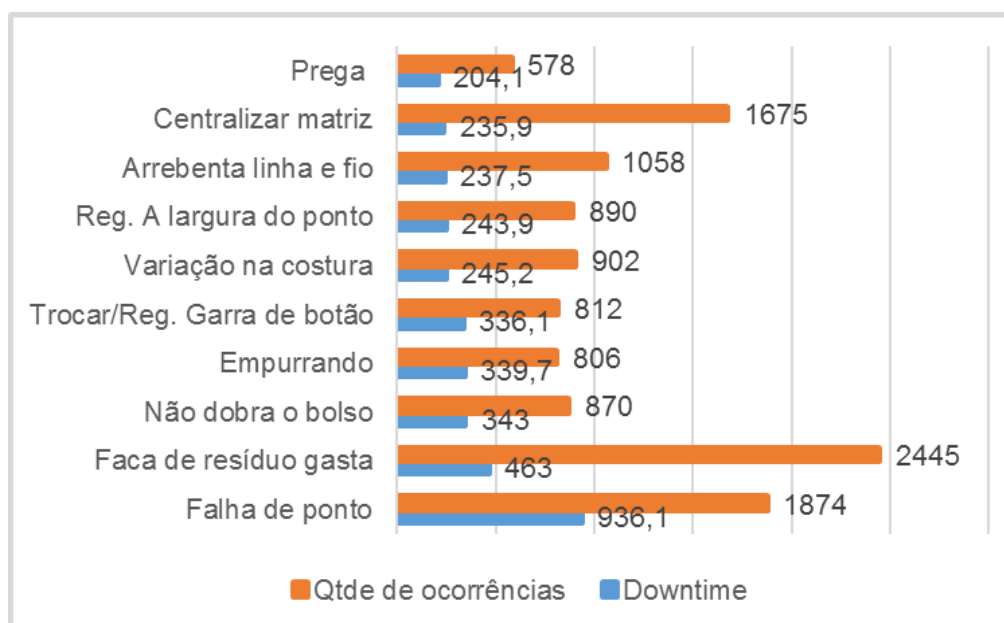
Com base nestas informações foi possível identificar entre todas as ocorrências, as 10 principais, ou seja, as que causam maior impacto na parada dos equipamentos, sendo as que geram maior *downtime* (tempo de parada do equipamento). As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os dados de 2016, 2017 e 2018 respectivamente. Essas informações representam as principais ocorrências que geram atraso na resolução de problemas. Itens como a falha de ponto, arrebentar linha e facas de resíduo não cortarem o material, normalmente se encontram entre os quatro primeiros lugares no quesito *downtime* e muitas vezes também em quantidades de ocorrências.

Alguns possuem um grau de dificuldade técnica maior para a resolução do problema como as falhas de ponto por exemplo. A variação na quantidade e diversidade das ocorrências é devido ao fato da grande troca de modelos onde entre

vários fatores temos uma diversidade grande de variação nas espessuras dos tecidos, exigindo diversas trocas de agulhas (para mais finas ou mais grossas dependendo a necessidade), linhas, fios e acessórios, onde conseqüentemente impactam diretamente na qualidade de pontos, transporte do tecido entre outros, exigindo desta forma a necessidade de diversos ajustes nos equipamentos e inevitavelmente gerando todas estas ocorrências. Algumas são normalmente sem possibilidades de terem uma resolução através de melhorias como é o caso, por exemplo, do índice “Faca de resíduo gasta”.

É importante ressaltar que nestas condições de trabalho é natural estes equipamentos apresentarem estas dificuldades devido às circunstâncias de trabalho ao qual estão sendo expostas. Por esta razão, normalmente as melhorias são definidas a partir de outros indicadores, como menor custo de implantação e rápidos retornos. As demais dificuldades que não se enquadram neste quesito e que possuem altos índices de ocorrências e/ou *downtime* ficam em observação aguardando uma alternativa viável de implantação.

Destaca-se também que as variações nos valores dos indicadores de um ano a outro podem ser decorrentes da diminuição da utilização daquele tipo de operação/equipamento devido à coleção do ano vigente exigir outros tipos de acabamentos ou também devido ao fato de baixa produtividade fruto da quantidade de vendas no ano ou em alguns meses do ano não atingirem as metas, como foi o caso do ano de 2016, onde o item escolhido para este trabalho que é “Centralizar matriz” ou “Programa descentralizado” por exemplo, teve seu índice anual de 235,9 minutos de máquinas parada, ou seja, menos de 50 % em relação ao ano de 2017, conforme pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 – Principais ocorrências de *setup* (2016)

Fonte: O próprio autor (2018)

Na Figura 2 é possível identificar a diferença do indicador “Falha do ponto” em relação aos demais no quesito *downtime* que atingiu o índice de 936,1 minutos no ano, porém no quesito quantidade de ocorrências ocupa o segundo lugar com 1874 ocorrências já que o índice “Faca de resíduo gasta” assumiu o primeiro lugar na quantidade de ocorrências e segundo no índice de *downtime*. A complexidade nas tratativas deste *setup* (Faca de resíduo gasta) é baixa, porém, a resolução do problema até o momento tem se mostrado inviável.

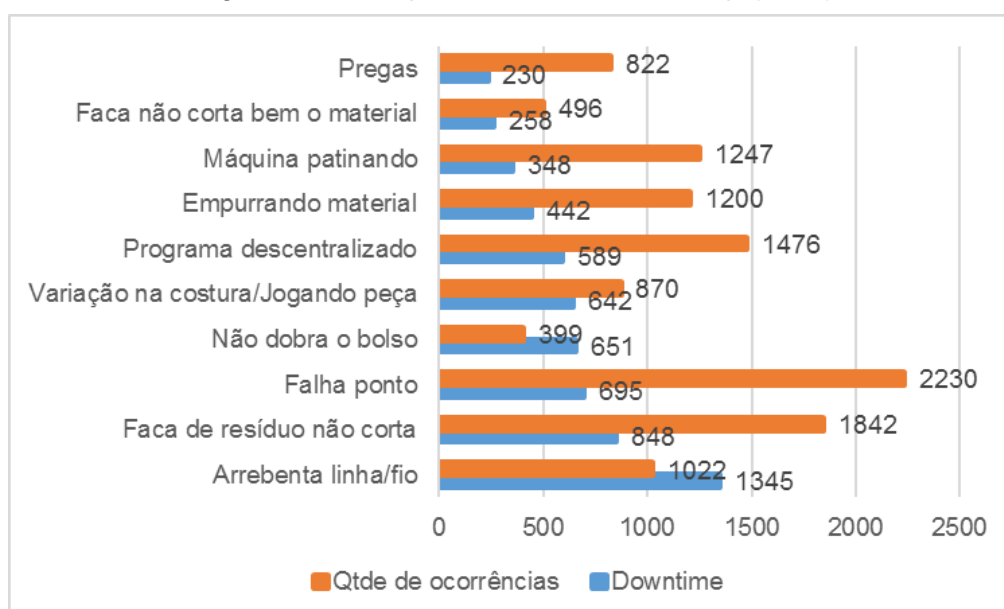
O ajuste do equipamento quando a ocorrência é devido à falha de ponto na maioria das vezes necessita de uma intervenção mecânica mais analítica e técnica, envolvendo diversos mecanismos que necessitam ser removidos para a devida análise e assim posteriormente ser realizado o ajuste, gerando consequentemente um maior tempo de utilização de mão obra, o que justifica seu índice de *downtime*, já que o equipamento fica todo o tempo indisponível devido esta manutenção. Esta ocorrência é inevitável devido ao alto índice de *setups*.

O tema deste trabalho utilizado como exemplo de melhoria, o item “Centralizar matriz”, aparece em nono lugar no quesito *downtime* (tempo de máquina parada) conforme pôde-se observar na Figura 2, porém fica em terceiro lugar na quantidade de ocorrências, sendo sozinho responsável por 10,35% da quantidade total. Este mesmo índice em questão é conhecido também com outras nomenclaturas, mas que corresponde também à mesma ocorrência, como por

exemplo, “Programa descentralizado” que consta nas ocorrências de 2017 (Ver Figura 3).

No início do ano de 2017 se iniciou o desenvolvimento da melhoria em questão que consiste em uma matriz de centralização e pinagem das matrizes para resolver então o índice das ocorrências geradas por “Centralização de matriz” e “Programas descentralizados”, utilizando os índices do ano de 2016 como referência. Na Figura 3 correspondente ao ano de 2017 é possível verificar que este índice aparece novamente no terceiro lugar em número de ocorrências.

Figura 3 – Principais ocorrências de setup (2017)



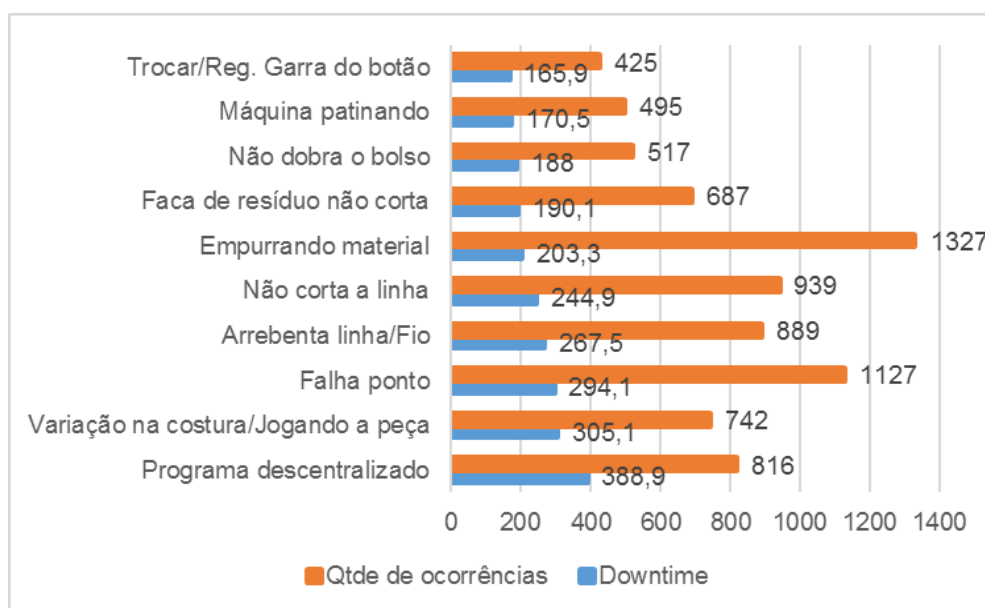
Fonte: O próprio autor (2018)

É possível identificar na Figura 3 que temos uma variação nos dados das principais ocorrências do ano de 2017 em relação ao ano de 2016, devido à variedade na utilização dos equipamentos que varia conforme a demanda necessária para a coleção do ano em questão. O item “Regular a largura do ponto” por exemplo que se constava em sétimo lugar nos dados de 2016, já nem sequer aparece no levantamento de 2017.

Na Figura 4 é apresentada a representação das ocorrências de *setup* no período de janeiro a setembro do ano 2018, momento onde foram compiladas as informações para esta pesquisa. É possível visualizar que neste ano o item “Programa descentralizado” que é o foco deste trabalho, está ocupando o primeiro

lugar em *downtime* com quase 400 minutos. Este índice corresponde à 66% do total destas ocorrências no ano de 2017 e já um acréscimo considerável na quantidade de ocorrências visualizadas no ano de 2016, ressaltando ainda mais a importância de sanar este índice que se mantém entre as principais ocorrências dos últimos levantamentos.

Figura 4 – Principais ocorrências de setup (2018)



Fonte: O próprio autor (2018)

Essas informações coletadas são devidamente tratadas, organizadas e disponibilizadas para a equipe de manutenção responsável pelo atendimento ao setor produtivo da onde semanalmente é realizada uma reunião de integração e essas informações são apresentadas e discutidas, para enfim serem tratadas as quebras dos equipamentos, que são interrupções bruscas de produção devido a parada e indisponibilidade total do mesmo ocasionado por alguma falha mecânica.

Neste momento são delegadas as devidas ações para os manutentores tratarem dentro de um prazo previamente estipulado, ao contrário das tratativas de *setups* que são dispostas e ficam no aguardo da equipe elaborar e proporem ideias que possam ou não ser desenvolvidas e implantadas após a devida análise de viabilidade.

Na Tabela 5 é possível observar uma lista contendo algumas ocorrências do ano de 2018, bem como seu grau de importância e as tratativas e/ou sugestões de

melhoria para algumas delas. Este alinhamento é necessário para que seja devidamente disposta a oportunidade de todos se pronunciarem e apresentarem suas sugestões de melhorias. Estas sugestões podem ser de alterações no próprio equipamento, desde pequenos guias até a criação de automações por exemplo, assim como também pode ser uma simples alteração do processo ou método de trabalho.

Tabela 5 – Tratativas das melhorias conforme ocorrências (2018)

Ocorrência	Importância	Tratativa / Sugestão
Programa descentralizado	1	Em andamento / pinagem de matrizes
Variação na costura/Jogando a peça	2	
Falha o ponto	3	Alterado fornecedor de linhas
Arrebenta linha ou fio	4	Alterado fornecedor de linhas
Não corta a linha	5	
Empurrando o material	6	Adaptado máquina com transporte auxiliar
Faca de resíduo não corta	7	
Não dobra o bolso	8	
Máquina patinando	9	
Trocar/Reg. garra do botão	10	

Fonte: O próprio autor (2018)

4.2 Proposta de melhoria

Nesta etapa é foram apresentadas as ideias que inicialmente possam atender as necessidades das ocorrências de *setup* apresentadas. Esta apresentação pode ocorrer verbalmente, através de desenhos ou, se possível, com protótipos dependendo da complexidade da ideia a ser apresentada.

Normalmente nesta fase ocorrem as trocas de experiências entre à equipe, onde algumas vezes são apresentados desenvolvimentos similares bem como outras tentativas que possa contribuir positivamente como solução.

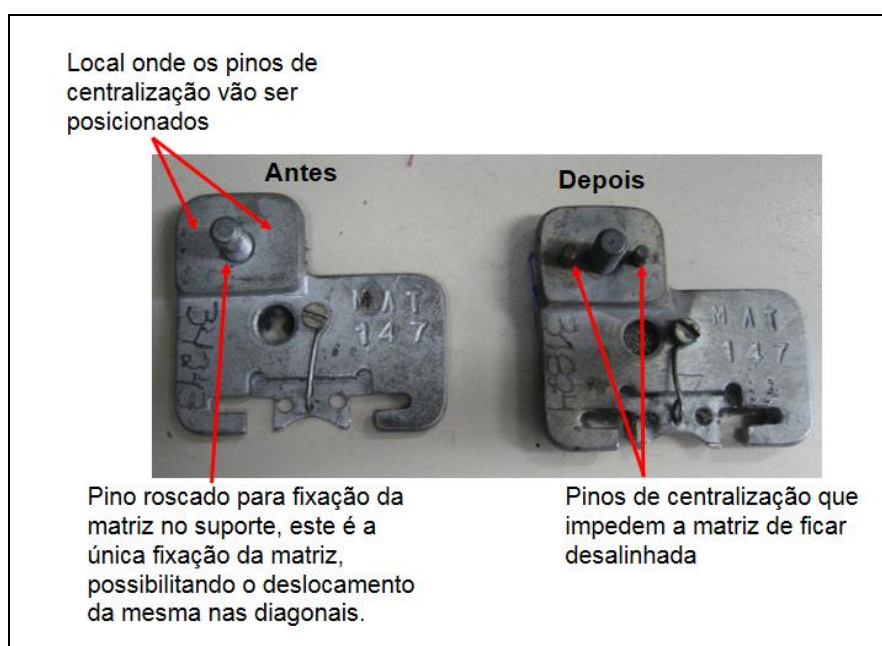
Os envolvidos assimilam se a ideia proposta pode ou não vir a contribuir, desta forma ocorre o debate e a definição de como será tratada a atual proposta, se de forma íntegra de como foi apresentada ou com alterações de acordo com o debate gerado pela equipe. Somente após esta definição efetivada pode-se ou não chegar à próxima etapa para se desenvolver a ideia.

Neste trabalho é apresentada uma proposta de melhoria piloto para a principal

problemática do ano de 2018, que é o “Programa descentralizado”, este também se repetiu nos anos anteriores de 2016 e 2017, porém com menor ênfase, mas ainda assim esteve entre as principais ocorrências anuais, onde só neste ano gerou paradas na ordem de 400 min.

Assim a proposta de melhoria apresentada consiste em desenvolver um sistema de fixação através de dois pinos na parte superior onde a matriz é fixada no equipamento, que atualmente não possui nenhum dispositivo de fixação, esta matriz pode ser observada na Figura 5. Devido ao fato de não haver nada que fixe o posicionamento desta, podem acontecer diversos erros de posicionamento a cada troca realizada.

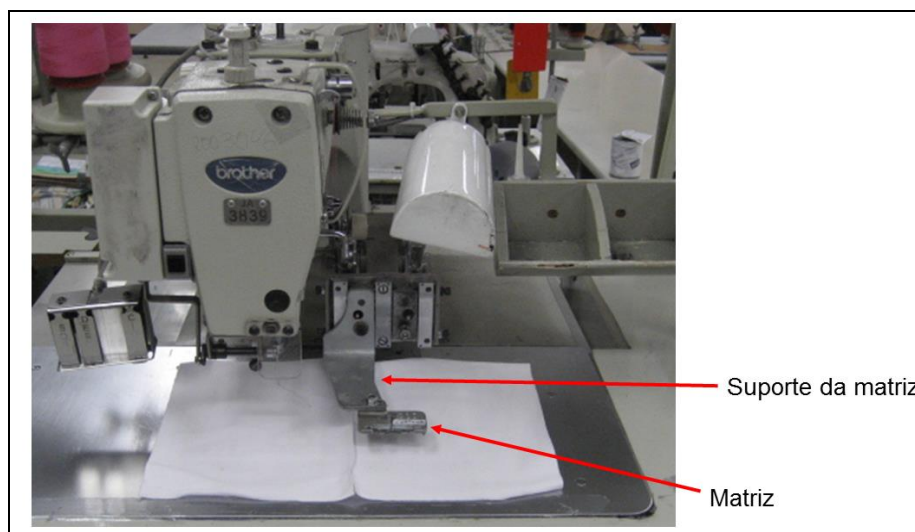
Figura 5 – Melhoria da matriz para aplicação de plaquetas



Fonte: O próprio autor (2018)

Com a inserção desta melhoria espera-se também que seja eliminada a necessidade de mecânicos efetuarem a centralização de matrizes nos equipamentos filigrana da marca Brohter modelo BAS 326G (Ver Figura 6) que são equipamentos de costura programável que são ajustados/programados a realizarem costuras de acordo com a necessidade.

Figura 6 – Máquina de Filigrana marca Brother modelo BAS 326G

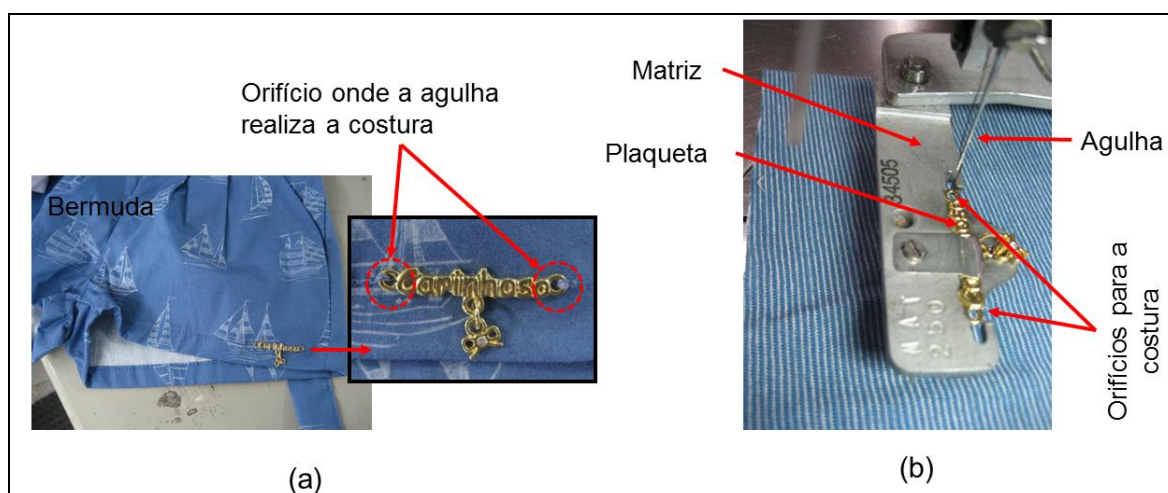


Fonte: O próprio autor (2018)

Normalmente este equipamento é utilizado para a costura de etiquetas, apliques, plaquetas e demais aviamentos utilizados na indústria do vestuário.

Na Figura 7 (a) é possível visualizar uma destas plaquetas que é um exemplo destes aviamentos utilizados nos equipamentos de filigranas, aplicado em uma bermuda. As costuras deste tipo de aviamento são realizadas nas duas extremidades dessa plaqueta, esse processo é realizado após o operador da máquina introduzir manualmente a plaqueta na matriz, conforme pode-se observar na Figura 7 (b).

Figura 7 – Exemplo de aplicação de uma plaqueta; (a) Plaqueta costurada em uma bermuda; (b) plaqueta posicionada em uma matriz para ser costurada

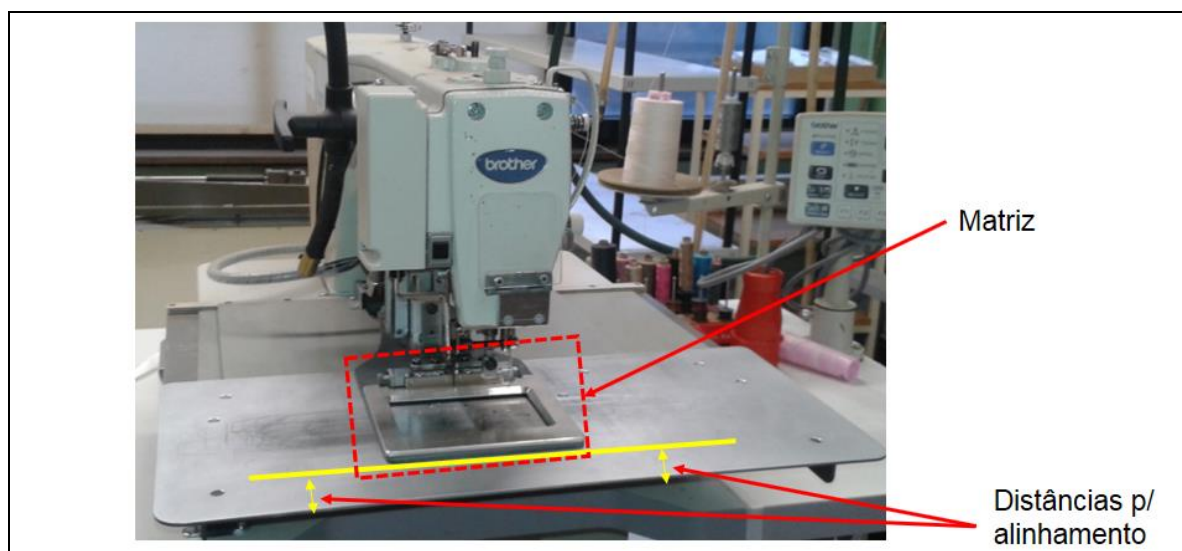


Fonte: O próprio autor (2018)

Devido à exatidão do processo, onde a agulha da máquina deve passar corretamente pelo orifício da plaqueta, ver Figura 7 (a), é possível entender que este processo de costura deve estar devidamente alinhado com o equipamento, caso contrário teremos o problema de a agulha bater sobre a plaqueta ocasionando quebra do aviamento e também da agulha.

Até o momento o responsável pelo correto alinhamento da matriz é o próprio mecânico, que realiza este alinhamento com o auxílio de uma régua, alinhando a matriz com a extremidade da base da máquina, conforme mostra a Figura 8, onde é representada uma configuração deste alinhamento. Posteriormente além de efetuar este trabalho de alinhamento é necessário também centralizar o programa no *software* do equipamento.

Figura 8 - Matriz e alinhamento com a extremidade da base da máquina



Fonte: O próprio autor (2018)

A proposta de melhoria consiste que a cada troca de aviamento à ser costurado, seja possível o próprio operador realizar a substituição e automaticamente a máquina já esteja com sua matriz devidamente posicionada para realizar a próxima aplicação sem necessitar de auxílio mecânico para posicionamento da mesma, já que este alinhamento ocorrerá automaticamente assim que a matriz for fixada. Para isso, devido ao posicionamento do ponto zero original de fábrica que vem com os equipamentos não possuir exatidão entre os equipamentos, mesmo sendo de mesmo modelo e marca, será necessário calibrar/centralizar todos os equipamentos com o mesmo “ponto zero”, bem como

desenvolver um dispositivo que possa garantir o mesmo posicionamento de ponto zero em todos os equipamentos.

4.3 Estudo de viabilidade

O estudo de viabilidade é necessário, além de outros fatores, para que seja verificado o *payback*, que é o tempo que a alteração/melhoria possui para gerar retorno, ou seja trata-se de uma estratégia, um indicador usado nas empresas para calcular o período de retorno de investimento em um projeto.

Mesmo que a alteração seja de método de trabalho é necessário o levantamento de ganhos, que podem ser de ordem ergonômica para os operadores que gerem conforto ou facilidades no manuseio, ganhos com aumento da segurança no trabalho ou ganhos de produtividade diminuindo movimentos, eliminando operações ou simplesmente tornando o processo mais eficiente. Para se calcular este impacto sobre o problema, ou seja, se a alteração vai eliminar o problema/*setup* ou minimizá-lo, verificam-se quais são os ganhos com a produtividade, verifica-se também, em alguns casos, o custo do desenvolvimento e implantação desta melhoria.

As ocorrências com maior facilidade de serem sanadas, isto é, com soluções de baixas dificuldades técnicas, com *payback* de curto prazo e que gerem algum ou alguns tipos de ganhos ao mínimo custo possível, ganham a preferência de serem implantadas, as demais ficam sob observação aguardando que uma ideia mais adequada possa ser apresentada. Desta forma a ação de efetuar ou não uma determinada ideia é tomada, para isto é necessário também definir nesta etapa uma prévia de como será realizada esta melhoria.

A análise do *payback* é simples, com o custo da melhoria definido avalia-se da mesma forma as ocorrências manutentivas evitadas, assim sabe-se a viabilidade de realizar ou não a melhoria proposta. A política da empresa para tomada de decisão em *payback's* é positiva quando a melhoria implantada gera o retorno investido o mais breve possível, levando em consideração a seguinte estratégia:

- Melhorias que se pagam em até 6 meses: Podem ser implantadas de imediato;
- Melhorias que se pagam em até 1 ano: Devem ser programadas e implantadas gradativamente, evitando-se que o custo seja gerado de uma

única vez para a empresa;

- Melhorias que se pagam entre 1,5 e 2 anos devem ser bem avaliadas juntamente com o gestor da área produtiva e manutivas para decisão em conjunto;
- Melhorias que se pagam acima de 2 anos: São declaradas inviáveis de imediato.

No projeto apresentado neste trabalho é importante destacar a alteração definitiva dos padrões de fabricações das matrizes que eventualmente sejam necessárias as substituições ou fabricações para novos aviamentos, e para esta alteração não existe um custo adicional considerável de implantação, pois o padrão de fabricação continua o mesmo, porém será acrescentado apenas os dois pinos de centralização.

O custo aproximado deste desenvolvimento deverá ser rateado pela quantidade totais de máquinas filigrana Brother disponíveis, que são 50 máquinas distribuídas por todo o setor fabril da empresa matriz, isto sem levar em consideração as filiais, onde os trabalhos poderão ser replicados posteriormente. Assim os custos desta alteração são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo do custo estimado para implantação da melhoria por equipamento

Descrição custo	Rateio (50 equipamentos)	Custo total	Custo final (rateado pela qtde. de máquinas)
Matriz de centralização	Sim	R\$ 227,00	R\$ 4,54
Custo aproximado de pinagem de uma matriz usada	Sim	R\$ 50,00	R\$ 1,00
Custo fabricação matriz nova	Sim	R\$ 113,00	R\$ 2,26
Mão de obra para furação dos suportes	Não	R\$ 14,00	R\$ 14,00
Custo estipulado com a mão de obra para ajuste de uma máquina com a matriz de centralização e os programas de todas as matrizes	Não	R\$ 114,00	R\$ 114,00
Custo aproximado por equipamento:			R\$ 135,80

Fonte: O próprio autor (2018)

Neste levantamento de valores é importante destacar que a coluna rateio indica que o item possui rotatividade entre os equipamentos, pois são utilizados em todas as máquinas disponíveis na fábrica (50 aproximadamente) servindo a todos os

setores conforme a necessidade, por isso seu custo é rateado entre todos os equipamentos. Outro ponto que necessita de considerações é o fato da inclusão do custo de pinagem de uma matriz usada e também o custo de fabricação de uma matriz nova, logicamente o equipamento utilizará somente uma matriz, mas como não é possível o controle exato de quantidade de matrizes a serem fabricadas e quais usadas são viáveis de serem pinadas, optou-se por manter o valor das duas, já que o custo se torna irrisório em relação à quantidade de equipamentos que o mesmo será rateado.

Aproximadamente 84% do custo de implantação desta melhoria consistem na utilização da mão de obra, conforme se pôde observar na Tabela 6, isto se deve ao fato da necessidade dos ajustes que necessitam ser realizados em todos os equipamentos que necessitam ser preparados para receber esta adequação. No momento do ajuste do “ponto zero” com a matriz de centralização, será necessário realizar a centralização mecânica e via software no equipamento, além do fato da necessidade de copiar todos os programas com a nova centralização para a memória do equipamento, o que demanda tempo até que o processo seja concluído totalmente consumindo mão de obra e conseqüentemente aumentando o custo.

4.4 Projeto de melhoria

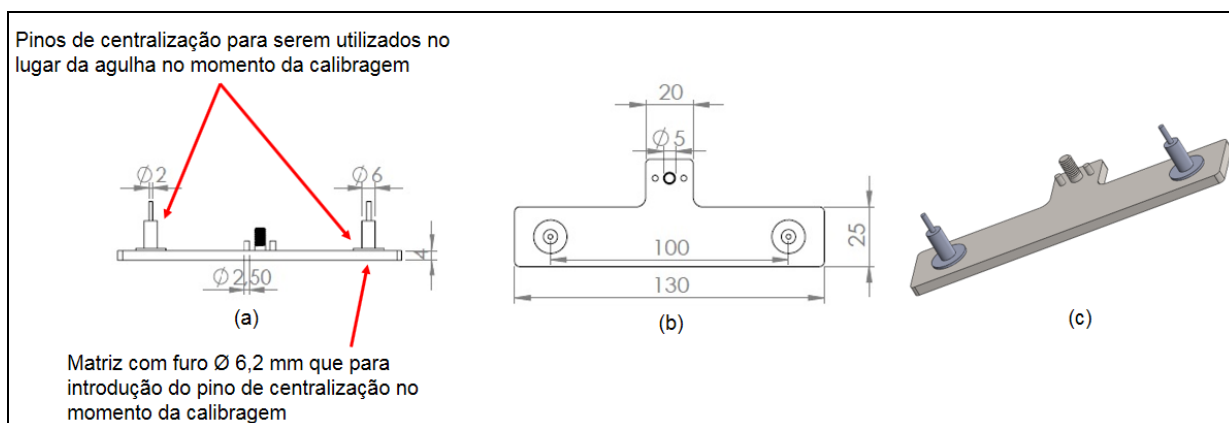
No projeto de melhoria é que se pôde então dar forma à ideia que foi definida anteriormente. Dependendo da complexidade desta melhoria são envolvidos setores como métodos e tempos, fabricação/ferramentaria, aparelhistas (que desenvolvem aparelhos e guias internamente) ou setor de eletrônica caso necessário implantação de sensores, motores, entre outros.

Nesta fase é possível identificar a real dificuldade do desenvolvimento ou até mesmo empecilhos que impedem que a ideia seja desenvolvida e/ou implantada. O ideal é que este empecilho seja detectado já no início do desenvolvimento do projeto e assim sejam evitados possíveis custos que neste caso seria considerado desperdício. Na maioria das vezes as melhorias são desenvolvidas integralmente dentro da empresa, as mesmas são realizadas pelos próprios manutentores.

Neste projeto a matriz de centralização foi idealizada pelos próprios manutentores e projetada pelo setor de ferramentaria, o projeto bem como suas dimensões podem ser visualizadas na Figura 9. Esta matriz foi produzida em aço

1020, já as buchas onde passam os pinos de centralização serão fabricadas em aço prata, com tratamento para dureza de 55 HRc, devido a sua maior resistência. Já os próprios pinos de centralização também utilizarão o aço prata para sua fabricação porem recebem tratamento térmico para atingirem em torno de 35 HRc. Os materiais utilizados na fabricação deste conjunto de centralização foram materiais reaproveitados (refugos) que seriam descartados, não gerando custo com os mesmos, somente com a mão de obra de fabricação.

Figura 9 – Projeto do kit de centralização; (a) Vista frontal; (b) Vista superior ; (c) Vista isométrica



Fonte: O próprio autor (2018)

Para garantir o posicionamento adequado das matrizes no momento que o operador realizar a troca, é necessário calibrar os equipamentos de forma que todos mantenham o mesmo ponto zero, por isso este projeto contempla a fabricação desta matriz de centralização, esta que será utilizada para adequar os equipamentos para posteriormente receberem as matrizes já pinadas e ser possível garantir a intercambiabilidade das matrizes entre todos os equipamentos.

4.4.1 Desenvolvimento

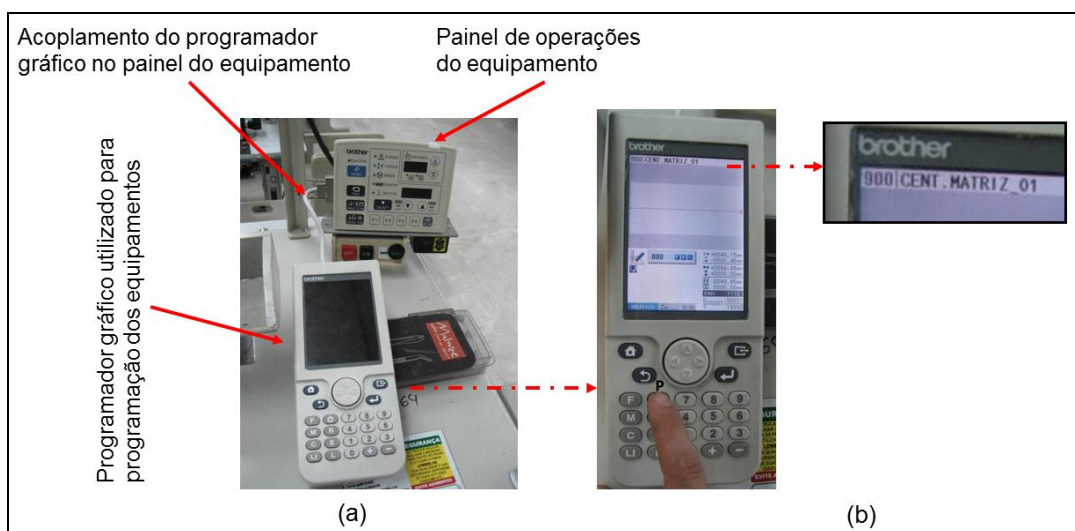
Para poder garantir que todos os equipamentos estejam padronizados com seus posicionamentos nos eixos X e Y foi necessário criar um programa padrão diretamente no *software* do equipamento para posicionar a matriz de centralização citada no capítulo anterior. Para isto foi utilizado um aparelho com visor gráfico chamado de Programador, este é acoplado ao equipamento, conforme mostra a

Figura 10 (a) e permite a programação da costura conforme a necessidade.

Através deste programador foi desenvolvido o programa denominado nº 900, conforme pode-se observar na Figura 10 (b), que será utilizado para realização deste trabalho de padronizar os eixos X e Y dos equipamentos. Vale ressaltar que esta padronização é necessária para que todos os equipamentos possuam certa uniformidade, ou seja, o posicionamento de todos os equipamentos com a centralização ocorram perfeitamente no mesmo ponto zero, caso contrário, se o ponto zero do equipamento como referência (sem a utilização da matriz de centralização) fosse centralizado em uma determinada máquina com uma determinada matriz não seria 100% intercambiável com outro equipamento, assim se ocorresse uma troca seria necessário obrigatoriamente uma nova centralização do programa no outro equipamento, gerando assim *setups* desnecessários.

Este procedimento de padronização será executado uma única vez no equipamento para o posicionamento inicial e depois não será mais necessária repetir, salvo exceções de *reset* completo no equipamento ou uma atualização de *software* por exemplo.

Figura 10 – Utilização do programador; (a) Conexão do programador no equipamento; (b) Programa nº 900 para posicionamento dos eixos X e Y

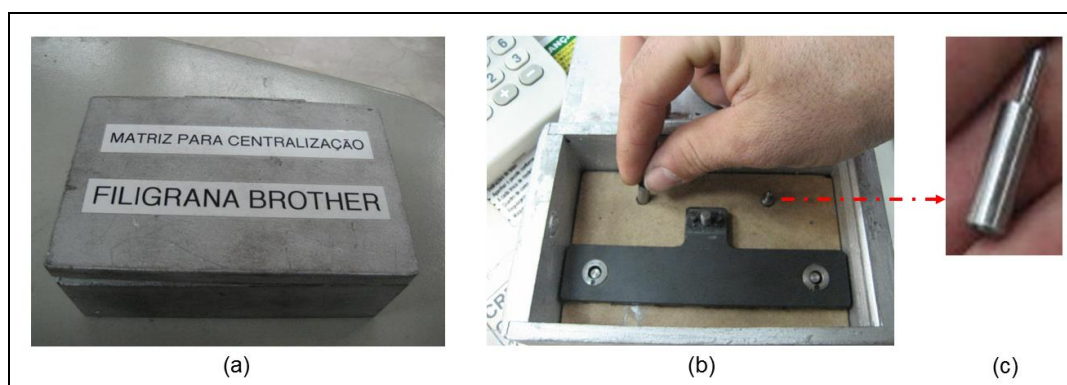


Fonte: O próprio autor (2018)

A matriz de centralização juntamente com os pinos de centralização foi denominada *kit* de centralização, este pode ser observado na Figura 11(a), ele é composto pela matriz de posicionamento (ver Figura 11b) e um pino de centralização

(ver Figura 11c), este pino é fixado no lugar da agulha, para então ajustar um ponto zero padrão para todos os equipamentos.

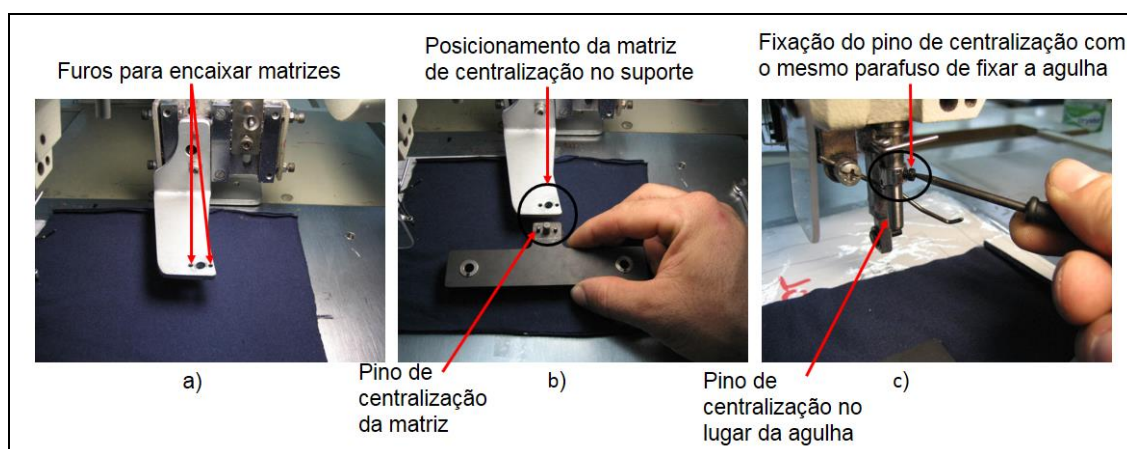
Figura 11 – Dispositivos desenvolvidos para centralização; (a) Kit de centralização; (b) matriz de posicionamento; (c) pino de centralização.



Fonte: O próprio autor (2018)

Para a utilização deste sistema, foi necessário realizar uma furação no suporte de fixação das matrizes, conforme pode-se observar na Figura 12 (a), este procedimento foi necessário para que todo o sistema trabalhe ancorado pela pinagem, garantindo o mesmo posicionamento tanto na posição X como na posição Y para todas as matrizes que venham a ser utilizadas neste equipamento.

Figura 12 – Metodo de utilização do Kit de centralização; (a) Furação no suporte de fixação; (b) Pinos de centralização; (c) Fixação do suporte.



Fonte: O próprio autor (2018)

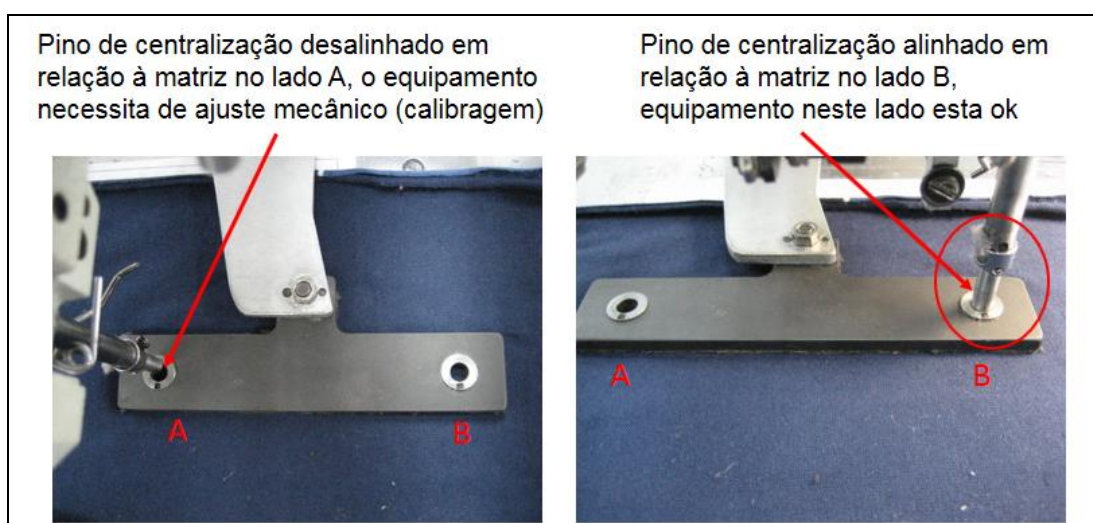
Desta forma, todas as matrizes devem possuir dois pinos nas extremidades

de seus suportes, conforme mostra a Figura 12 (b), estes são utilizados como posicionadores e impedem que qualquer matriz utilizada seja posicionada de forma incorreta. A própria matriz de centralização já vem com os referidos pinos de forma a servir como padrão para o ajuste do equipamento, conforme é apresentado também na Figura 12 (b). O pino de centralização utilizado para referência com a matriz é fixado no suporte de agulha e fixo com o mesmo parafuso da agulha, conforme possível visualizar na Figura 12 (c), onde está sendo realizada a fixação do mesmo com auxílio de uma chave de fenda.

Após o posicionamento dos itens do *kit* de centralização é necessário acoplar o programador na máquina conforme citado anteriormente e utilizar o programa de centralização nº 900. Desta forma será possível observar a movimentação do equipamento nos pontos de verificação (A) e (B), conforme mostra a Figura 13.

Com o auxílio do pino de centralização, é possível observar se os eixos X e Y do equipamento necessitam de ajuste (calibragem). Utilizando como exemplo o orifício (A) da Figura 13, é possível visualizar se o equipamento esta desalinhado no eixo Y e necessita de ajuste até que se obtenha o correto acoplamento do pino de centralização no orifício da matriz de centralização conforme ocorre no ponto (B) da Figura 13.

Figura 13 – Verificação do alinhamento dos eixos X e Y com a utilização da matriz de centralização



Fonte: O próprio autor (2018)

4.4.2 Testes e implantação

Os testes após o desenvolvimento da matriz de centralização foram realizados no setor responsável pela produção das peças piloto, ou seja, assim que um modelo é criado pelo setor de estilo, ele é modelado, cortado e costurado para verificação dos possíveis problemas que possam ocorrer, bem como para visualização da peça pronta, que muitas vezes pode ainda vir a receber algum tipo de alteração.

Neste setor, existe duas máquinas de filigrana Brother que apesar de não estarem no setor produtivo, algumas vezes vem sendo utilizadas em regime de produção, estes são equipamentos que passam por diversos *setups* devido à alta rotatividade de modelos, sendo um ambiente ideal para a realização dos testes da melhoria apresentada neste trabalho.

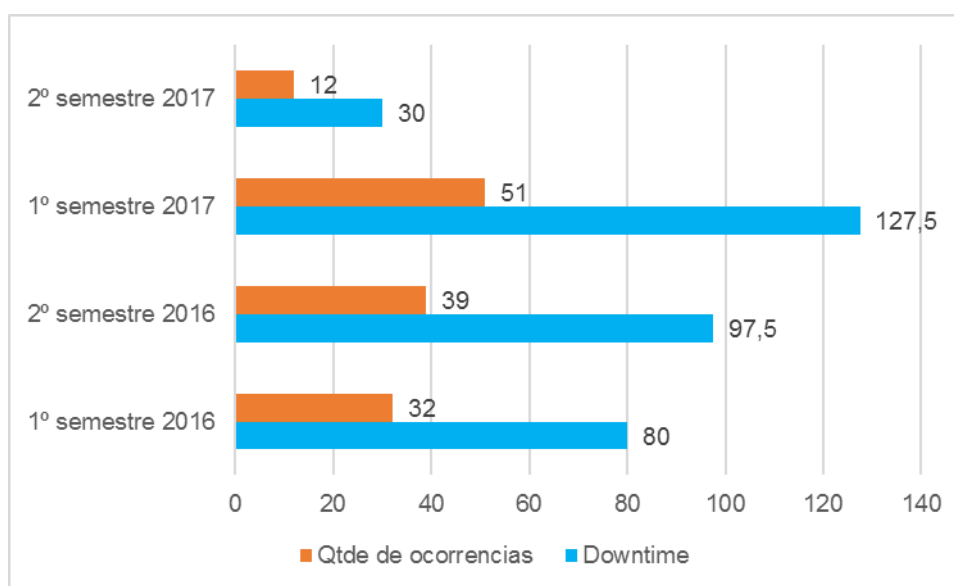
O tempo total do desenvolvimento/testes ocorreram no período de 2 anos, sendo que nestes testes foram encontrados diversos obstáculos, como a falta de padronização do posicionamento dos eixos X e Y entre os equipamentos por exemplo, que levaram então, ao desenvolvimento do *kit* da matriz de centralização apresentado neste trabalho.

Durante o período dos testes, além do desenvolvimento do *kit* de centralização, o sistema de fixação dos pinos também foi melhorado, já que no início estes pinos soltavam das matrizes gerando manutenções diversas. Outra dificuldade encontrada foi em adequar uma quantidade significativa de matrizes no setor onde foram realizados os testes, de forma que fosse possível apresentar resultados com número satisfatório para que fosse possível observar nos relatórios a queda nas ocorrências de *setups* pelo motivo de centralizar o programa. Uma outra dificuldade encontrada foi prever quais matrizes seriam utilizadas pelo setor para priorizar as mesmas na adequação, pois é irrelevante investir em pinagem de matrizes para testes que não serão utilizadas na coleção.

A Figura 14 apresenta as ocorrências devido a erros de centralização de programas nos semestres dos anos de 2016 e 2017. Conforme pode-se observar, após terem sido realizados ajustes durante os testes, percebe-se que apenas no 2º semestre de 2017 foi possível realmente visualizar uma diminuição nas ocorrências de chamados para a centralização dos programas neste equipamento. É importante destacar também, que esta ocorrência não foi totalmente eliminada pelo motivo de

todas as matrizes do setor não estarem preparadas com os pinos de centralização, porém, no segundo semestre de 2017 observa-se que a quantidade de ocorrências diminuiu significativamente em relação ao primeiro semestre do mesmo ano que corresponde à cerca de 23% do total do primeiro semestre, e diminuiu conseqüentemente seu *downtime* (ver Figura 14).

Figura 14 – Ocorrências devido centralização de programas (2016 e 2017)



Fonte: O próprio autor (2018)

Após estes resultados positivos dos testes realizados foi decidido expandir o projeto para todos os 50 equipamentos da fábrica matriz. Este processo deve ser realizado metodologicamente e com cautela devido não ser possível recolher todas as matrizes da produção e também não possuir mão de obra disponível para a conclusão de todos esses trabalhos de uma única vez, levando-se em conta também à grande demanda produtiva da fábrica matriz.

É importante destacar que todas as matrizes após receberem a alteração (pinagem) são testadas uma a uma sempre nas mesmas condições e pelo mesmo manutentor, no intuito de garantir assim que se obtenham os mesmos resultados para todas as matrizes mantendo-se a padronização e sucesso da implantação.

O número total de matrizes que necessitam da alteração soma um total de 1491 unidades, estas que estão disponíveis para uso na fábrica. Os suportes das matrizes que necessitam de furação conforme mostrado na Figura 12 A, foram todos concluídos até o mês de março do ano corrente. Foi necessário iniciar esta alteração

pelos suportes das matrizes, devido não ser possível utilizar as matrizes novas alteradas nos suportes antigos, já que os mesmos não possuíam furação para tal, já as matrizes que ainda não foram alteradas podem ser utilizadas normalmente nos suportes de matrizes já com a alteração.

Conforme é possível visualizar na tabela 7, em relação as matrizes, até o mês de setembro de 2018, cerca de 55% das matrizes foram concluídas, tendo o prazo previsto para a conclusão total até no máximo final do mês de março de 2019. Com isto, espera-se que 100% de todas as ocorrências para centralização de matrizes e programas sejam eliminadas.

Tabela 7 – Indicação da situação atual de implantação da melhoria

	Total	Concluído	À concluir
Matriz	1491	820	671
Furação dos suportes	50	50	0

Fonte: O próprio autor (2018)

4.5 Padronização do processo

Nesta fase ocorreu a padronização do processo de forma a garantir que o procedimento seja executado por qualquer manutentor e tenha o mesmo resultado final de centralização. Deve-se garantir que todos os equipamentos estejam com o mesmo ponto zero, que é posicionamento dos eixos X e Y de forma idêntica. Para isso, foi criado internamente um documento norteador, conforme é possível visualizar no Anexo A, com instruções passo a passo para a utilização da matriz de centralização.

Este procedimento se faz necessário para que ao necessitar *resetar* uma máquina ou eventualmente reinstalar seu *software* devido a algum problema, qualquer manutentor em posse deste passo a passo possa realizar o procedimento de centralização dos eixos X e Y sem qualquer dificuldade ou risco de não obter os mesmos resultados.

Outro item importante é que após a conclusão do processo de adequação das matrizes de acordo com a melhoria apresentada neste trabalho, uma máquina seja utilizada para a adequação de todos os programas para as suas respectivas matrizes e através da mesma, sejam replicados para todos os demais equipamentos, onde será possível então, que todos estes programas tenham um

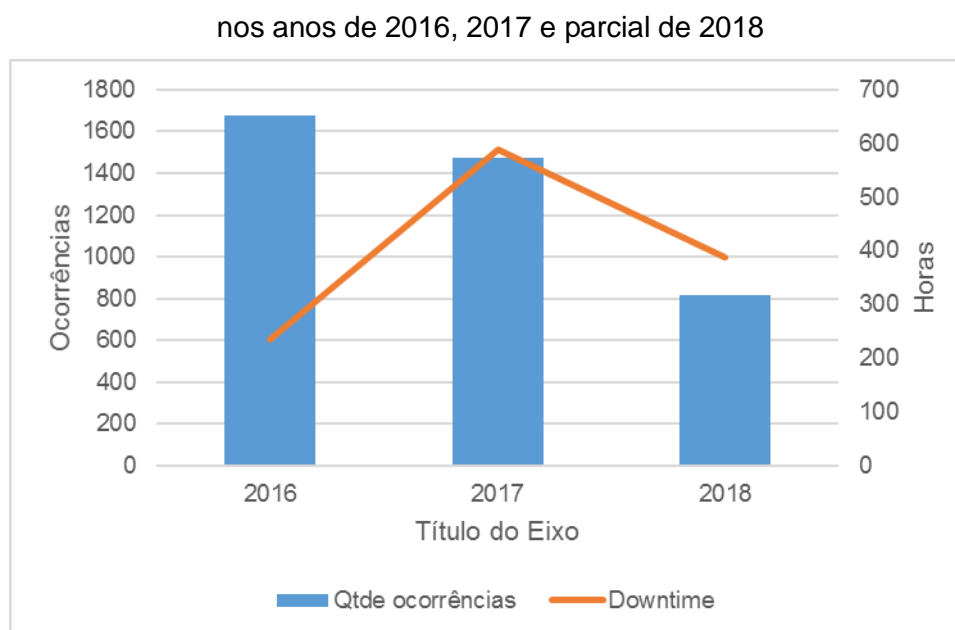
backup disponível na rede para que qualquer manutentor possa ter acesso aos mesmos e copiá-los com a garantia de que qualquer programa ao ser copiado para qualquer equipamento já esteja de acordo para iniciar o processo de costura.

4.6 Avaliação dos resultados futuros

Após concluídos os trabalhos de implantação e padronização, será nomeado 1 manutentor em cada turno de trabalho (que hoje são 2) para ficarem responsáveis de acompanhar e registrar eventuais dificuldades que possam ocorrer após o processo de implantação, seja esta dificuldade de ordem mecânica com o próprio equipamento ou de ordem de dúvidas quanto a replicação dos programas, ou própria utilização do *software* do equipamento para multiplicação dos programas alterados que serão realizados gradativamente após desenvolvidos em uma única máquina.

Após a replicação total da melhoria nas matrizes como nos programas, serão recolhidos todos os programadores que hoje estão disponíveis no setor produtivo para utilização pelos manutentores para centralização dos programas, garantindo desta forma, que em uma eventual falha de um procedimento de centralização ou qualquer erro pontual recorrente da implantação desta melhoria, o equipamento fique sem condições de uso, já que o manutentor estará impossibilitado de fazer com que o equipamento volte a funcionar, devido não terem mais acesso à programação do equipamento. Isso tornará evidente o problema e garantirá o correto funcionamento dos equipamentos no novo processo de trabalho.

Após os primeiros meses corridos será possível reformular os gráficos de acompanhamento e levantamento de dados apresentados neste trabalho para fins de comparação do antes e depois da implantação total do projeto e apresentar à direção/gestão dos setores da costura e manutenção, onde para ilustrar o fato, umas das opções será demonstrar as ocorrências dos últimos anos conforme mostra a Figura 15.



Fonte: O próprio autor (2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os pontos que foram estudados, a manutenção autônoma foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, esta foi plenamente atendida e teve seu resultado satisfatório devido ao fato de ter sido ampliada a possibilidade do próprio operador efetuar o *setup* de seu equipamento definitivamente sem nenhuma interferência mecânica, pois anteriormente, o operador realizava essa troca da matriz em seu equipamento, porém necessitava que o manutentor realizasse a centralização para possibilitar que o equipamento se apresente em condições de efetuar as operações, o que foi definitivamente eliminado com a alteração realizada.

Com a padronização realizada nos equipamentos, bem como com a intercambiabilidade de matrizes entre os mesmos, atende-se também a um dos critérios que liga esta melhoria ao desenvolvimento e aplicação da indústria 4.0, que é a modularidade, ou seja, é a produção de acordo com a demanda, o acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente, atendendo assim a nova demanda da indústria têxtil que conforme Araújo (1996) as organizações têm que lidarem cada vez mais com coleções de vida curta, entregas rápidas, pequenas séries de peças, construções complicadas, fluxo de trabalhos complexos e maiores exigências. Assim como cita o autor Kagermann *et al.*, (2013) que o princípio para a criação da fábrica

inteligente (*smart factory*), está na fábrica possuir estrutura modular, começando pelos equipamentos.

Com o desenvolvimento do dispositivo atingiu-se o objetivo geral de melhorar um sistema de manutenção autônoma onde foi minimizado as perdas produtivas do processo de uma empresa têxtil.

Nos objetivos específicos pode-se observar que através dos levantamentos de dados realizados onde foram identificadas as principais ocorrências que mais ofereciam impacto na produtividade em termos de setup, foi possível consultar junto aos manutentores, quais ações poderiam ser implantadas para que os próprios operadores realizassem os *setups* em seus equipamentos sem a necessidade de intervenção mecânica, que ofereça facilidade de implantação, menor custo e ofereça menor impacto nas atividades dos operadores. Desta forma, com esta melhoria desenvolvida, a simples tarefa de trocar de modelo à ser produzido pode ser realizado integralmente pelo operador não sendo necessário nenhum tipo de intervenção mecânica para este fim, atingindo também os objetivos específicos que são de atender aos requisitos esperados, viabilizando ao setor produtivo efetuar trocas rápidas de dispositivos, otimizando a utilização dos equipamentos e gerando aumento de produtividade, onde conseqüentemente reduz a necessidade de intervenção mecânica disponibilizando a utilização da mão de obra técnica para outras necessidades.

Dentre os ganhos e pontos positivos adquiridos com esta alteração está a padronização realizada em todos os equipamentos que agora possuem o mesmo ponto zero padrão. No início esta falta de padronização gerou uma grande dificuldade e uma limitação ao presente trabalho, pois até o momento, imaginava-se que todos os equipamentos tinham seu ponto zero padrão, e para o desenvolvimento desta melhoria seria necessário apenas padronizar a pinagem das matrizes para então padronizar os programas. Desta forma, foi necessário primeiramente encontrar uma alternativa para garantir a padronização dos equipamentos com o mesmo ponto zero, e para isso a alternativa elaborada foi a criação da matriz de centralização que tornou possível então padronizar o sistema de ponto zero de todos os equipamentos para depois colocar em funcionamento o sistema de ancoragem padrão para todas as matrizes que foram realizadas através do sistema de pinagem.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Uma sugestão para uma nova aplicação deste trabalho, seria a definição de outro ponto de ancoragem para as matrizes, que não fosse por pinos, e sim por um sistema de ancoragem alternativo, seja através de um acoplamento sextavado entre a matriz e o suporte da matriz, ou um outro ponto de fixação que fixe a matriz e a peça de se mover no ato de sua fixação no equipamento, pois o sistema de pinagem é um tanto “sensível” que pode talvez se deslocar no caso de queda ou tempo de uso impossibilitando sua utilização devido não acoplar na furação do suporte da matriz. É também interessante se possível, efetuar a fabricação de matrizes novas no decorrer da implantação, não fazendo adaptações nas matrizes antigas.

Dentre várias oportunidades para outros desenvolvimentos de trabalhos futuros, destaca-se as máquinas de costura bolso da marca Pfaff modelo 3588, que possuem altos índices da ocorrência denominada “Não dobra o bolso” ficando desde o ano de 2016 entre as principais ocorrências geradas na fábrica que ocasionam maior impacto no atendimento manutentivo, altos índices de *downtime* destes equipamentos e perdas de produtividade.

Nestes equipamentos, devido ao trabalho com sistema de jogo de matrizes, composto por grupo dobrador, chapa de bolso e chapa de costura, é possível também utilizar um sistema de ancoragem para as mesmas, ressaltando que um dos motivos para gerar esta ocorrência também é o posicionamento incorreto das matrizes. Assim além da melhoria, seria possível também criar um sistema único de posicionamento destas máquinas garantindo a intercambiabilidade de suas matrizes.

REFERÊNCIAS

- ABIT (São Paulo) (Org.). **Quem somos**. 2017. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/quemsomos>>. Acesso em: 05 maio 2018.
- ABRANCHES, Gerson Pereira; SILVA, Sandra Regina; CUNHA, Valter Teixeira da. **Manual da gerência de confecção**. Volume 2. Rio de Janeiro: Gráfica do Senai-DN, 1995.
- ARAÚJO, Mário de; MELO E CASTRO, E. M. de. **Manual de engenharia têxtil**. Volume 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- ARAÚJO, Mário de; MELO E CASTRO, E. M. de. **Manual de engenharia têxtil**. Volume 2. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- ARAÚJO, Mário. **Tecnologia do vestuário**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- AZEVEDO, Marcelo Teixeira de. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil**. 2017. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutor em Ciências, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- BOUÇAS, Cibelle. **Estudo indica as áreas com maior potencial de expansão para têxteis**. 2017. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/5153612/abit-estudo-indica-areas-com-maior-potencial-de-expansao-para-texteis>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- BRUNO, Flavio. **A Quarta Revolução Industrial do Setor Têxtil e de Confecção: a Visão de Futuro para 2030**. 1ª edição. São Paulo: Estação Letras e Cores, 2016.
- COSTA, Maria Izabel. **Políticas de design para o fomento da inovação na cadeia de valor Têxtil/Confecção de moda de Santa Catarina**. 2011. 270 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Design, Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0721265_2011_pretextual.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria (Brasília) (Org.). **O setor têxtil e de confecção e os desafios da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2017. 102 p. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981d-deef4f58461f/abit.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- FERNANDES, Ricardo Lopes. **Capacitação e Estratégias Tecnológicas das Empresas Líderes da Indústria Têxtil: Confecções no Estado de Santa Catarina**. 2008. 256 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/90845/260096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2011.

HARILAUS, Xenos G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte. INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015. 16 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Technisch, Technische Universität Dortmund, Dortmund, 2015. Cap. 1. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review>. Acesso em: 17 ago. 2018.

How Virtualization, Decentralization and Network Building Change The Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. German, ago. 2014. Disponível em:

<<https://waset.org/Publications?q=An+Industry+4.0+Perspective&search=Search>>. Acesso em: 17 out. 2018.

JESUS, Sergio Manoel Gaião. **Leanness e Manutenção Produtiva Total (TPM). Modelo de Produtividade e Competitividade. Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, perfil de Manutenção e Produção, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa) - Lisboa, 2012. Disponível em:

<<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2029/1/Dissertação%20.pdf>>. Acesso em 20 de junho de 2013.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Handlungsempfehlungen zur Umsetzung. **Promotorengruppe Kommunikat**, Berlin, p.1-54, set. 2013. Disponível em: <https://www.bmbf.de/pub_hts/kommunikation_bericht_2012-1.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2018.

MELO, Miquel O. B. C. Inovações Tecnológicas na Cadeia Produtiva Têxtil: Análise e Estudo de Caso em Indústria no Nordeste do Brasil. **Revista Produção On Line**, Florianópolis, v. 7, p.1-19, 01 ago. 2007. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/75>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

MOREIRA, Leandro Domingos. **Indústria 4.0: Estudo da cadeia produtiva da Madeira no paraná**. 2017. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialista em Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8493/1/CT_GETIC_2016_5.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2018.

MOZOTA, Brigitte Borja de. **Gestão de design**: usando o design para construir valor de marca e inovação. Porto Alegre: Bookman, 2011.

NAKAJIMA, S., **TMP Development Program, Implementing Total Productive Maintenance**, Cambridge Productivity Press, New York, NY, 1989.

NASCIMENTO, Rodrigo Coutinho. **Manutenção Produtiva Total – Uma abordagem teórica**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora) - Juiz de Fora: UFJF, 2006.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney. Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Campinas, Unicamp, 2005. p. 631.

OLIVEIRA, Claudiane Caldas; MARTINS, Rui Francisco; XAVIER, Antonio Augusto de Paula. Aplicação **da Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma Indústria Alimentícia**. XVI Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP 2009. Disponível em:

<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/Ebook%202009/CONGRESSOS/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI_SIMPEP_Art_8_a.pdf>. Acesso em 19 de junho de 2013.

OLIVEIRA, Helena. Quarta Revolução Industrial na Agenda da Davos. **Ver - Valores, Ética e Responsabilidade**, Algés - Portugal, p.1-5, 07 jan. 2016. Disponível em: <<http://www.ver.pt/quarta-revolucao-industrial-na-agenda-de-davos/>>. Acesso em: 03 maio 2018.

SABO, Filip. **Industry 4.0 – A Comparison of the Status in Europe and the Usa**. 2015. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Não Informado, Fh Kufstein Tirol, Austria, 2015. Disponível em: <<https://www.pac.gr/bcm/uploads/industry-4-0-a-comparison-of-the-status-in-europe-and-usa.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/#>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

SCHUH, Günther et al. Collaboration Moves Productivity to the Next Level. **Procedia Cirp**, [s.l.], v. 17, p.3-8, 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.037>.

SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G.. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. **2014 IEEE International Conference On Industrial Engineering And Engineering Management**, [s.l.], p.1-18, dez. 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ieem.2014.7058728>.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution. **Foreign Affairs**, [s.l.], p.1-4, 12 dez. 2015. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>>. Acesso em: 02 maio 2018.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016. 160 p.
Tradutor: Daniel Moreira Miranda.

STOCK, Tim; SELIGER, Günter. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Elsevier: ScienceDirect**, [s. L.], n. 1, p.1-6, dez. 2016. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/82023214.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.


TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto Iman, 1993. 322 p.

TAVARES, Lourival. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo publicações, 1999.


YANG LU. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. **Sciencedirect**. Kentucky, p. 1-16, June, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X17300043?via%3Dihub>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

ANEXO A – Visão parcial do documento com passo a passo para utilização do kit de centralização

PROCEDIMENTO (Página 2 de 2)

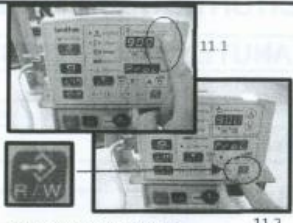


10.1 10.2



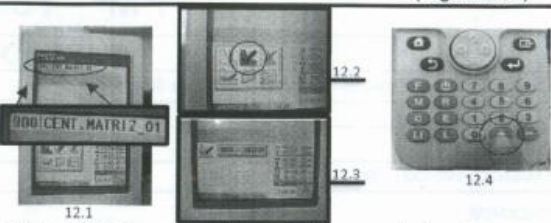
10.3

10) Após ligado programador, selecionar a opção (PROGRAMA)(img. 10.1) e apertar a tecla ENTER no programador, na próxima tela de advertência pressionar ENTER(img. 10.2) conforme solicitado. Na outra tela a máquina irá se posicionar no ponto "ZERO"(img.10.3).



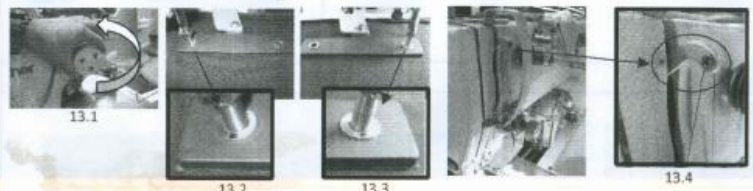
11.1 11.2

11) Buscar o programa de centralização "900"(img. 11.1) apertando nas setas, em seguida apertar a tecla "RW"(img.11.2).




12.1 12.2 12.3 12.4

12) O programa irá aparecer na tela superior do programador (img. 12.1), em seguida selecionar a lanterna (img. 12.2) e confirmar na tecla ENTER, irá aparecer a tela da imagem (12.3), para ir no 1º ponto de verificação apertar a tecla + (img.12.4).




13.1 13.2 13.3 13.4

13) Pressionar a polia e girar no sentido anti-horário(img.13.1) para abaixar o pino de centralização e verificar a centralização na matriz(img.13.2), para verificar o outro lado da matriz(img.13.3) girar a polia como mencionado anteriormente até o esticador de linha ficar no seu ponto morto superior (img.13.4) depois apertar o botão + do programador(img.13.5).




13.5




14.1 14.1 14.2

14) Caso não necessário o alinhamento ir para o passo 24. Para efetuar o alinhamento soltar no sentido anti-horário os 4 parafusos (img. 14.1) que fixam a base do mecanismo do suporte da matriz, com a chave 8mm, fazer o alinhamento do braço (img. 14.2).




15.1 15.2

15) Caso não possível o alinhamento somente movimentando o mecanismo do suporte da matriz apertar os 4 parafusos no sentido horário com uma chave de boca 8mm. Se ainda não fechar o programa com a matriz, fazer o ajuste do eixo "X" e "Y" pelo painel da máquina seguindo os próximos passos.



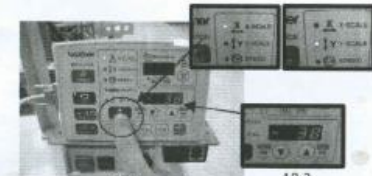
16.1 16.2

16) Desligar o programador no (P)(img. 16.1), desligar a máquina (img.16.2).



17.1 17.2

17) Mantenha pressionado as 2 setas do painel e ligue a máquina até aparecer no painel da máquina "ORG".



18.1 18.2

18) Na tecla (SELECT)(img.18.1) do painel é escolhido o eixo a ser ajustado (X ou Y). No visor (img.18.2) do painel é indicado a posição do eixo.

OBSERVAÇÕES

Mantenedores devem fazer o uso de Óculos de Segurança em todas as atividades. Inspeccionar as ferramentas antes do início da atividade, garantindo que essas estejam limpas e em bom estado.