

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

CLAYTON ABEL DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA IMPLEMENTAÇÃO DE
SISTEMAS DE RASTREABILIDADE NO PROCESSO DE USINAGEM
DE EIXOS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

CLAYTON ABEL DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA IMPLEMENTAÇÃO DE
SISTEMAS DE RASTREABILIDADE NO PROCESSO DE USINAGEM
DE EIXOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização
apresentado como requisito parcial para a obtenção
do título de Especialista em Engenharia da
Produção.

Orientador: Dr. Tiago Rodrigues Weller.

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE RASTREABILIDADE NO PROCESSO DE USINAGEM DE EIXOS

Esta monografia foi apresentada no dia 30 de Setembro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Clayton Abel de Oliveira apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr. Tiago Rodrigues Weller
Orientador

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Msc. Sérgio Zagonel
Banca

Dra. Luciana Vieira de Lima
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

A minha família que me apoiou e foram pacientes nos momentos necessários.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada é possível.

Agradeço a todos os professores que participaram da minha Pós-Graduação, em especial ao professor Dr. Tiago Rodrigues Weller, por orientar e supervisionar.

Agradeço aos profissionais da empresa que trabalho atualmente, que com muita competência e profissionalismo transmitiram para este estudo seus conhecimentos e técnicas de trabalho.

Agradeço aos meus pais Valdir Abel de Oliveira e Edoelma Dias de Oliveira pela educação, tornando-me a pessoa que sou hoje.

Agradeço a minha amada esposa Indianara C. Dias de Oliveira e adorada filha Camila Dias de Oliveira, por toda paciência.

Agradeço a você, leitor, por dedicar seu precioso tempo e atenção a este trabalho.

RESUMO

OLIVEIRA, Clayton Abel de. **Estudo de viabilidade técnica na implementação de sistemas de rastreabilidade num processo de usinagem de eixos**. 2020. 51 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Atualmente existe uma grande demanda por processos de produção integrados, informações em tempo real, obtenção de informações de forma rápida e prática, permitindo o incremento da rastreabilidade. Em um processo de usinagem de eixos o tema de rastreabilidade é um grande desafio, considerando os fatores que existem no produto, como por exemplo, óleo, material bastante ligo, não podendo ter marcações no corpo do eixo para não alterar sua estrutura funcional. Com isso este trabalho visa atrás de um estudo de caso, apresentar as etapas de uma usinagem de um eixo e apresentar informações para construção de um processo de rastreabilidade. Um processo bem definido de rastreabilidade demonstra o quanto à empresa é organizado e domina seus processos, só assim é possível ter estas informações de formar organizada e rápida e também importante salientar que todo este processo não pode onerar o custo do produto final, inviabilizando a sua competitividade no mercado. A rastreabilidade de um produto vai muito além das informações que estão registradas no sistema de controle da empresa e antes dessa etapa é necessário adequar os processos físicos. Nesse trabalho serão apresentadas alternativas, pontos fortes e fracos e quando possível identificar os custos envolvidos. Após esse estudo, será definida qual alternativa é mais adequada para o processo em estudo.

Palavras Chaves: Rastreabilidade. Identificação. Sistema de controle.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Clayton Abel de. **Technical feasibility study in the implementation of traceability systems in an axis machining process.** 2020. 51 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Currently there is a great demand for integrated production processes, information in real time, obtaining information in a quick and practical way, allowing for increased traceability. In an axis machining process, the issue of traceability is a major challenge, considering the factors that exist in the product, for example, oil, very alloy material, and it cannot have markings on the shaft body so as not to change its functional structure. With this, this work aims behind a case study, to present the stages of machining an axis and to present information for the construction of a traceability process. A well-defined process of traceability demonstrates how much the company is organized and dominates its processes, only this way it is possible to have this information organized quickly and also important to note that this whole process cannot increase the cost of the final product, making it unfeasible. Competitiveness in the market. The traceability of a product goes far beyond the information that is registered in the company's control system and before this stage, it is necessary to adapt the physical processes. This work will present alternatives, strengths and weaknesses and, where possible, identify the costs involved. After this study, it will be defined which alternative is most suitable for the process under study.

Keywords: Traceability. Identification. Control System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID)	20
FIGURA 2 – IDENTIFICAÇÃO POR ETIQUETAS E CÓDIGOS DE BARRAS.....	22
FIGURA 3 – CÓDIGO <i>DATA MATRIX</i>	23
FIGURA 4 – PADRÃO DE LOCALIZAÇÃO <i>DATA MATRIX</i>	24
FIGURA 5 – GRAVAÇÃO POR MICRO-PERCUSSÃO.....	26
FIGURA 6 – GRAVAÇÃO A LASER.....	27
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DAS ETAPAS.	28
FIGURA 8 – FLUXOGRAMA PROCESSO DE USINAGEM DE EIXOS.....	29
FIGURA 9 – PROCESSO DE CORTE	31
FIGURA 10 – PROCESSO DE FACEAR.	31
FIGURA 11 – PROCESSO DE TORNEAR.....	32
FIGURA 12 – PROCESSO DE RETIFICAR.	32
FIGURA 13 – EIXO FINALIZADO.	32
FIGURA 14 – ETIQUETAS.	36
FIGURA 15 – EQUIPAMENTO DE MICRO-PERCUSSÃO.....	38
FIGURA 16 – EQUIPAMENTO MARCAÇÃO LASER.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS PARA DETERMINAÇÃO DE LINHA	30
TABELA 2 – REQUISITOS <i>SOFTWARE</i> PARA GRAVAÇÃO RFID	35
TABELA 3 – ESTIMATIVA DE CUSTOS ETIQUETAS RFID – ESTOQUE.	36
TABELA 4 – REQUISITOS <i>SOFTWARE</i> PARA GRAVAÇÃO DAS ETIQUETAS	37
TABELA 5 – ESTIMATIVA DE CUSTOS ETIQUETAS, CÓDIGOS DE BARRAS / <i>DATA MATRIX</i> – ESTOQUE.	38
TABELA 6 – ESTIMATIVA DE CUSTOS MICRO-PERCUSSÃO – ESTOQUE.....	38
TABELA 7 – ESTIMATIVA DE CUSTOS <i>LASER</i> – ESTOQUE.	39
TABELA 8 – ESTIMATIVA DE CUSTOS <i>ETIQUETA RFID</i> – SERRA.	41
TABELA 9 – ESTIMATIVA DE CUSTOS ETIQUETAS, CÓDIGOS DE BARRAS / <i>DATA MATRIX</i> – SERRA.	41
TABELA 10 – ESTIMATIVA DE CUSTOS MICRO-PERCUSSÃO – SERRA.	42
TABELA 11 – ESTIMATIVA DE CUSTOS <i>LASER</i> – SERRA.....	43
TABELA 12 – ESTIMATIVA DE CUSTOS MICRO-PERCUSSÃO – FACEAR.....	45
TABELA 13 – ESTIMATIVA DE CUSTOS <i>LASER</i> – FACEAR.	45
TABELA 14 – ESTIMATIVA DE CUSTOS MICRO-PERCUSSÃO – RETIFICAR.....	46
TABELA 15 – ESTIMATIVA DE CUSTOS <i>LASER</i> – RETIFICAR.....	46
TABELA 16 – COMPARATIVO FINAL DE CUSTOS.	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OPORTUNIDADE DE PESQUISA.....	12
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.1 Objetivos específicos.....	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	12
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 POR QUE É NECESSÁRIO A RASTREABILIDADE PARA UM PROCESSO?.....	17
2.2 DIFICULDADES EM UM PROCESSO DE RASTREABILIDADE.....	18
2.3 TÉCNICAS DE RASTREABILIDADE.....	19
2.3.1 Identificação por radiofrequência (<i>Radio-Frequency IDentification</i> – RFID).....	19
2.3.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras.....	20
2.3.3 Data Matrix.....	22
2.3.4 Micro-percussão (punção).....	25
2.3.5 <i>Laser</i>	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	34
4.1 ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA.....	34
4.1.1 Identificação por radiofrequência – RFID.....	35
4.1.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras ou <i>Data Matrix</i>	36
4.1.3 Micro-percussão (punção).....	38
4.1.4 <i>Laser</i>	39
4.2 SERRA.....	40
4.2.1 Identificação por radiofrequência – RFID.....	40
4.2.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras + <i>Data Matrix</i>	41
4.2.3 Micro-percussão (punção) e <i>Laser</i>	42
4.3 FACEAMENTO.....	43
4.3.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e <i>Data Matrix</i>	43
4.3.2 Micro-percussão (punção) e <i>Laser</i>	43
4.4 TORNEAMENTO.....	44
4.4.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e <i>Data Matrix</i>	44
4.4.2 Micro-percussão (punção) e <i>Laser</i>	44
4.5 RETIFICAR.....	45
4.5.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e <i>Data Matrix</i>	45
4.5.2 Micro-percussão (punção) e <i>Laser</i>	46
4.6 ESTOQUE FINAL.....	46
5 ANÁLISE.....	48

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	50
6.1 CONCLUSÕES	50
6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da competitividade a nível mundial, o desenvolvimento de novas tecnologias, o surgimento da “Indústria 4.0” e crises econômicas têm tornado a vida das indústrias cada vez mais difícil.

No meio de todos estes processos, temos uma necessidade que não é recente, a da rastreabilidade. A palavra rastreabilidade é definida como “A qualidade do que é rastreável” e/ou a “Capacidade para acompanhar o percurso de um produto, ou de conhecer o seu processo de produção, manipulação, transformação, embalagem ou expedição”. (FERREIRA, 1999).

De acordo com a ABNT NBR ISO 9001 (2008), rastreabilidade é identificação. Um sistema/processo de rastreabilidade deve ter necessariamente um registro de todas as fases/operações que podem de alguma forma alterar os fatores de qualidade de um produto.

A rastreabilidade esta cada vez mais presente nos setores produtivos mais diversos, e o avanço dos sistemas que auxiliam e apoiam este processo é fundamental e cada vez mais solicitado pelos clientes, pois o fato de se conhecer a origem do que se esta adquirindo e de tudo o que ocorreu durante sua cadeia produtiva, traz ao cliente segurança e aumenta a credibilidade do fabricante e conseqüentemente podendo influenciar no crescimento da empresa perante o *market share* no mercado (MOURA, SANTOS e OLIVEIRA, 2017).

Então, qual é a real necessidade de que uma empresa registre as informações sobre o seu processo produtivo? As possíveis razões que as empresas atribuem a esta necessidade é a de lançar produtos ao mercado, com preços competitivos, alta confiabilidade, e satisfazer o cliente com um produto seguro e garantido (BASTOS, 2006).

É correto afirmar também que com o processo de rastreabilidade, naturalmente existe uma melhoria na qualidade dos processos internos da organização. E quando é oferecido um produto de confiança e segurança, conseqüentemente o relacionamento entre cliente e fornecedor é fortalecido (REZENDE e ABREU 2000).

Existe um conjunto muito útil de práticas que algumas empresas estão desenvolvendo e implantando, o que demonstra o aumento da consciência sobre o tema de gerenciamento de atividades e processos. As organizações aceitaram este desafio de aperfeiçoar seus processos, buscando a melhoria continua sendo auxiliadas por novas tecnologias e novas técnicas de trabalho (REZENDE e ABREU 2000).

1.1 OPORTUNIDADE DE PESQUISA

Neste trabalho foi identificada a oportunidade de detalhar o processo de usinagem de eixos, fazendo o levantamento de alternativas que podem ser utilizadas para que seja possível ter um processo de rastreabilidade em um processo que tem diversos pontos problemáticos, como por exemplo, o óleo que é utilizado nos eixos.

Pretende-se desta forma, disponibilizar informações que podem auxiliar no momento de construção de um sistema de rastreabilidade neste processo ou em algum semelhante.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor alternativas para criação de um sistema/processo de rastreabilidade em um processo de usinagem de eixos utilizados em motores elétricos.

1.2.1 Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre métodos de rastreabilidade;
- Analisar e detalhar o processo de manufatura de usinagem de eixos;
- Revisar e detalhar o conceito de sistemas de rastreabilidade, apresentando casos da literatura;
- Comparar e propor as alternativas para realizar a rastreabilidade no processo de usinagem de eixos;
- Analisar os resultados gerais e propor uma alternativa.

1.3 JUSTIFICATIVA

Considerando os avanços tecnológicos presentes nos sistemas produtivos atuais e a busca incessante pela qualidade total, torna-se imprescindível o uso de sistemas que permitam realizar a rastreabilidade de peças. O uso de sistemas de rastreabilidade permite obter, entre outras informações, a identificação de lotes defeituosos, o fluxo logístico, minimiza os custos, tornando o processo mais eficaz, permite a ação orientada para prevenir a recorrência, auxilia no diagnóstico do problema, passando a responsabilidade quando pertinente, também

promove a confiança do cliente e proteção de marca aperfeiçoa a eficiência da produção e controle de qualidade, bem como, controle de estoque, uso de material e de origem / características de produtos (CORRÊA, CARDOSO e CHAVES 2006).

E também a rastreabilidade é um elemento fundamental para a melhoria contínua. Através de um sistema que permita rastrear informações, uma empresa tem subsídios para identificar oportunidades de aprimoramento de processos, produtos e serviços.

Para um embasamento das informações, foi realizado um levantamento teórico de informações relacionadas à rastreabilidade.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia está organizada conforme segue: No Capítulo 1, apresenta-se a introdução ao tema, oportunidade de pesquisa, objetivos e justificativa. No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão da literatura sobre métodos de rastreabilidade em indústrias de maneira geral. No Capítulo 3 são apresentados, propostos e justificados os materiais e métodos utilizados no trabalho. No Capítulo 4 são apresentados os modelos propostos na solução do problema. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e discussões para chegar à conclusão e propostas de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordadas as informações da literatura que são relevantes para o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente apresentando a importância da rastreabilidade para um processo, depois o problema de como realizar a rastreabilidade. Na sequência foram revisados alguns trabalhos e suas técnicas para criação de um processo podem servir de inspiração na solução do problema estudado neste trabalho. Finalmente, encerra-se o capítulo com as considerações finais sobre a revisão bibliográfica.

2.1 POR QUE É NECESSÁRIO A RASTREABILIDADE PARA UM PROCESSO?

Rastreabilidade, que possui como objetivo conhecer e acompanhar a “vida” do produto, desde sua produção até à sua comercialização e uso. Segundo Gonçalves (2009) este conceito visa traçar o caminho da história, aplicação, uso e localização de um produto. Sendo assim a rastreabilidade permite conhecer, através de um código, a identidade de uma mercadoria e as suas origens.

Em um mundo onde a competitividade mundial esta cada vez mais acirrada, é necessário implementar alterações significativas nos processos das empresas e não somente nos processos produtivos, também deve ser reavaliado os processos administrativos, estratégicos que englobam redução de prazos de entrega, custos mais baixos, melhores produtos e agilidade na tomada de decisões (FAVARETTO, 2001).

Com a velocidade com que estão ocorrendo às mudanças nas indústrias, é necessário que se tenha uma grande confiabilidade sobre o desempenho dos seus produtos, e também as informações que envolvam parâmetros tecnológicos, informações dos custos, processo logístico, que envolve de a armazenagem inicial dos produtos, até a sua expedição final e envio para os clientes. E naturalmente o pós-vendas também é relevante, quando o produto eventualmente retorna para a empresa em uma necessidade de assistência técnica (CORRÊA, CARDOSO, CHAVES, 2006).

Para definir as características de rastreabilidade de um sistema, é necessário avaliar os aspectos de profundidade, precisão e amplitude, e isso esta diretamente relacionado a necessidade de ter de uma forma clara e rápida qual a procedência de um produto e tudo o que foi utilizado para a produção do mesmo, assim é possível garantir a segurança do produto

e conseqüentemente protegendo a imagem da empresa perante o mercado, garantindo a competitividade no mercado atual (ROCHA, 2018).

Na atualidade a rastreabilidade é mandatória em várias normas de procedimentos, como por exemplo: ISO 22000:2006 (Sistemas de gestão da segurança de alimentos), ISO/IEC 12207 (Processo de desenvolvimento de software), MIL-STD-498 (Governo Americano), MSC - Marine Stewardship Council (Padrão de normas para produtos do mar), AVSQ e EAQF (Padrões da indústria automotiva nos Estados Unidos, Alemanha, Itália e França, respectivamente), QS 9000, VDA 6, NBR 15100 (Padrão brasileiro para a indústria aeroespacial), BPF – Boas Práticas de Fabricação (Padrão da indústria farmacêutica), ISO 9001 (Sistema de gestão da qualidade) IEEE/EIA 12207 (Padrão para Tecnologia da Informação), e existem outras mais.

Os consumidores estão cada vez mais se preocupando quanto à procedência dos produtos que adquirem. Critérios como qualidade, segurança e confiança são cada vez mais exigidos pelos clientes e também pelas agências reguladoras (PINTO, 2016).

Estes argumentos deixam evidente a necessidade do processo de rastreabilidade no contexto atual da indústria, para garantir a sua fatia no mercado e serem competitivas e com processo que mantenham seus clientes em sua carteira.

2.2 DIFICULDADES EM UM PROCESSO DE RASTREABILIDADE

Segundo Baehr (1995), a sistemática de identificação de materiais deve dispor de procedimentos que abranjam, no mínimo, os seguintes aspectos:

- a) definição dos itens rastreáveis;
- b) critérios de identificação a serem adotados para cada material;
- c) método de marcação física dos materiais rastreáveis;
- d) definição da etapa do processo produtivo até a qual a identificação/marcação deve ser mantida;
- e) situação do material (aprovado, rejeitado, pendente, etc);
- f) critérios para transferência de identificação.

Todos estes procedimentos devem ser normalizados de uma forma que seja sustentável ao longo do tempo, e que se tenham treinamentos para novos colaboradores, e que sejam didáticos a ponto de que durante a prática, não se consuma mais tempo, lendo normas do que executando efetivamente a atividade.

Para uma rastreabilidade eficiente, um processo metódico deve ser definido para realização da correta identificação, configuração de produto, distribuição e manutenção dos registros. O nível de rastreabilidade que se deseja ser estabelecido normalmente está relacionado à criticidade do produto ou aspectos econômicos, como indenização de clientes, ou necessidade de recolhimento destes produtos (MEYER, 1999).

Outro ponto que também, pode ser mostrar um problema, é quando durante uma implantação de um processo de rastreabilidade, o mesmo será feito somente em umas das células ou linhas de produção, desta forma, os custos para implantação são reduzidos, porém cria o problema que se ter dentro da mesma fábrica produtiva, processos de controle diferentes (SONDA, 2018). Neste cenário muitas vezes é inviável ter um processo de rastreabilidade, não sendo possível definir claramente o caminho percorrido pelo produto e também os acontecimentos que foram ocorrendo ao longo deste caminho, conseqüentemente com estes dois caminhos a informação no final do processo pode ser questionável, diante disso, a abrangência do projeto é um fator que pode ser tornar um problema na definição do projeto (SONDA, 2018).

Ao iniciar uma avaliação é importante conhecer bem o processo e os produtos onde será feita a implantação. Segundo Gryna (1992), para viabilizar um processo de rastreabilidade, a empresa precisa desenvolver uma sistemática que, a qualquer momento, possibilite obter informações sobre a procedência do material utilizado em determinado produto e como a rastreabilidade tem custo muito mais alto, exigindo uma série de controles, é uma atividade que tender a ser feita sobre itens críticos.

2.3 TÉCNICAS DE RASTREABILIDADE

É importante avaliar quais técnicas podem ser utilizadas para realizar um processo de rastreabilidade, verificando quais pode ser adequada ao processo que será realizada a implantação.

2.3.1 Identificação por radiofrequência (*Radio-Frequency IDentification* – RFID)

RFID (*Radio-Frequency IDentification*), é uma tecnologia que recorre a ondas de rádio, para realizar a comunicação, entre um chaveiro, ou um *ticket*, ou seja, um objeto móvel

e um leitor. Desde a Segunda Guerra Mundial, esta tecnologia já era utilizada, para quando era necessário identificar as naves aliadas, das naves inimigas (SANTINI, 2008).

Um sistema de RFID tem a seguinte composição, uma antena, responsável pela comunicação entre leitor e o *transponder*, o *transponder*, responsável por enviar e receber as informações e o último, mas não menos importante, o decodificador, que é um *software* que realiza as traduções das informações recebidas do *transponder*, conforme figura 1 (VIEIRA et al., 2007).

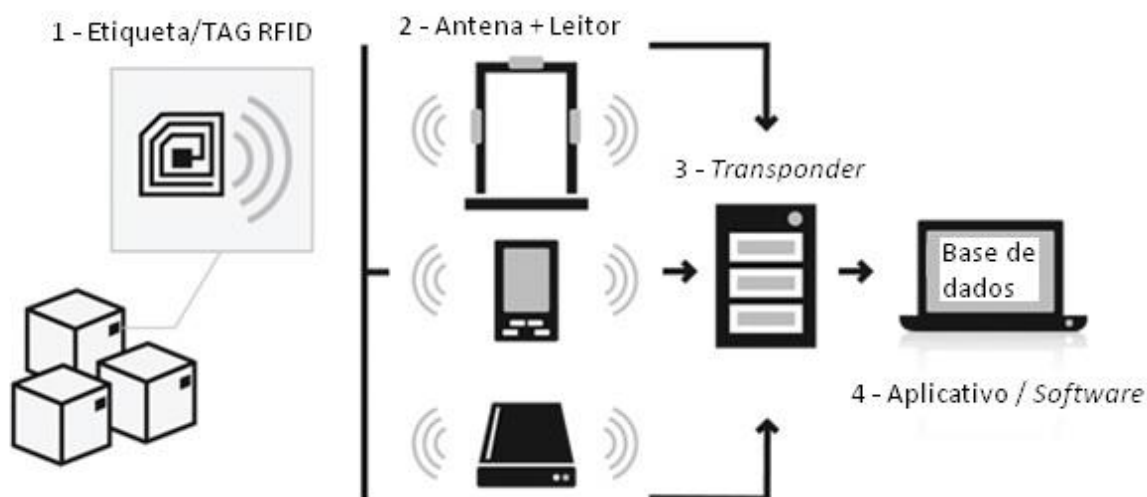


Figura 1 – Identificação por radiofrequência (RFID)
 Fonte: O Autor (2020).

É possível trabalhar com o sistema de RFID, em duas faixas de frequência (30 kHz a 500 kHz) – principalmente utilizada para pequenas distâncias e baixos custos, geralmente utilizados para realização de rastreamentos, controle de acesso e identificação, e alta frequência (850 MHz a 950 MHz e 2,4 GHz a 2,5 GHz) – geralmente utilizada para distâncias médias e longas e alta velocidade, uma aplicação comum é leitura em movimento e coleta automática de dados (SANTINI, 2008).

Utilizando a tecnologia de *tags* RFID e com a aplicação do *software* correto é possível disponibilizar as informações em tempo real, respondendo as expectativas dos clientes e produtores, quanto á disponibilidade de dados confiáveis, consolidados e de forma transparente (ZAPAROLI, ROSSINI E CALADO 2013).

2.3.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras

Desde a sua criação, em torno de 1952, o código de barras transformou a atuação de muitas empresas, facilitando a rotina logística em diferentes pontos. Sendo uma solução que

permite a automação de muitas tarefas, é uma forma de carregar informações importantes sobre um determinado produto (GSI, 2020).

Os códigos de barras são utilizados para representar uma numeração (identificação) atribuída a produtos, unidades logísticas, localizações, ativos fixos e retornáveis, documentos, contêineres, cargas e serviços facilitando a captura de dados através de leitores (scanners) e coletores de código de barras, propiciando a automação de processos trazendo eficiência, maior controle e confiabilidade para a empresa. A GSI padroniza e gerencia um conjunto de códigos de barras destinados a diversas aplicações. (GSI, 2020).

Segundo Tibola (2013), o código de barras é uma forma de representar numeração, proporcionando a captura automática de dados por meio de leitura óptica em operações automatizadas. Outra opção é o código de barras compacto Simbologia de Espaço Reduzido (RSS), que combina código bidimensional com maior capacidade de armazenagem de informações e que permite codificação de produtos muito pequenos.

Para Dias (2009), o objetivo da classificação de materiais é definir a catalogação, simplificação, especificação, padronização e codificação de todos os componentes de fabricação de uma indústria. Ter um sistema de classificação é primordial para qualquer fábrica, porque sem ele não pode haver controle de estoque efetivo, procedimentos de armazenamento adequados e operação adequada de armazenagem. A classificação deve representar todas as informações necessárias para diferenciar os itens, podendo ser alfabética, onde são utilizadas apenas letras, numérica, com a utilização exclusiva de números ou a alfanumérica, que é a preferida pelas indústrias por favorecer a identificação ao utilizar letras e números.

Segundo Pinheiro (2009) esta tecnologia envolve a impressão de um código em paletes e embalagens individuais. O código tem que estar conforme os padrões internacionais (por exemplo o código EAN é um código de barras padrão), o que significa que pode ser lido noutra parte da cadeia de abastecimento. Para a leitura automática dos códigos, existem dispositivos manuais e de leitura à distância. A embalagem dos códigos de barra tem também uma representação alfanumérica do código de barras para ser lido pelos intervenientes nos processos logísticos e de gestão. As soluções padrão de códigos de barras não tornam os produtos completamente rastreáveis só porque contém um código do produto. Os problemas comuns dos códigos de barras (Figura 2) são que frequentemente eles são danificados pela humidade e pelo manuseio, e só são legíveis a pequenas distâncias.

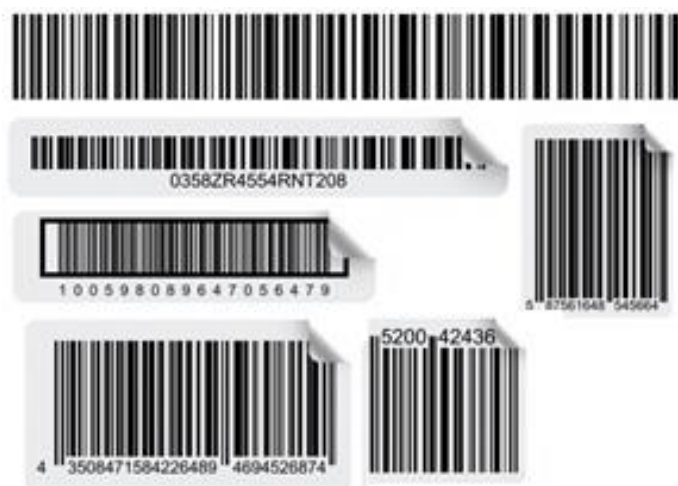


Figura 2 – Identificação por etiquetas e códigos de barras
Fonte: O autor (2020)

Os códigos de barras, conforme figura 2, são comuns em diversos locais que frequentamos diariamente, como por exemplo, no supermercado. E também é comum ao chegar ao caixa à atendente ter dificuldades com a leitura do mesmo, mas, ali ela tem a opção de ser feita a digitação do número, já que o mesmo sempre acompanha o código de barras, com isso o problema é rapidamente resolvido, porém em uma indústria, muitas vezes esta solução não é aplicável com tanta facilidade, fortalecendo a importância de se escolher a opção de rastreabilidade mais adequada ao processo em questão.

2.3.3 Data Matrix

Data Matrix, inventado por Dennis Priddy em 1989, é um código de barras matricial (2D ou bidimensional) que pode ser impresso como um símbolo quadrado ou retangular, constituído por vários pontos ou quadrados. É equivalente a um código de barras linear (unidimensional), tendo mais capacidade de representação de dados, podendo representar em um único código até 2335 caracteres ou até 3116 números.

Essa tecnologia tem sido utilizada em larga escala na indústria eletrônica, automotiva, aeroespacial, semicondutores, dispositivos médicos, entre outros, para aplicação de rastreabilidade, substituindo o código de barras convencional e tornando-se cada vez mais comum no mercado. A Figura 3 demonstra um código *Data Matrix*.

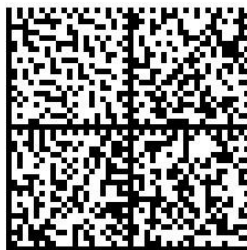


Figura 3 – Código *Data Matrix*
Fonte: O autor (2020).

Também conhecido por *Data Matrix*, ECC200 (terminologias em inglês) ou GS1 *Data Matrix* esse código de barras permite codificar informações em espaços muito menores que os códigos lineares e agregar informações adicionais como código do produto, lote e validade. Tornou-se o principal código do segmento hospitalar por permitir a identificação de itens tão pequenos quanto uma ampola de 5ml, permitindo a rastreabilidade e garantido a segurança do paciente. A versão *Data Matrix* ECC200 suporta a verificação de erros de codificação avançada e algoritmos de correção (*reed-solomon*), esses algoritmos permitem o reconhecimento de códigos de barras que estejam até 60% danificados (GB NETWORK & PRINT, 2012).

O GS1 *Data Matrix* exige um leitor de código de barras bidimensional por isso não deve ser utilizado para identificação de itens que precisam passar pelo ponto de venda que possui apenas leitores lineares.

De acordo com a GS1 (2011), detentora da tecnologia, o *Data Matrix* trata-se de um padrão internacional que permite codificar um grande número de informação em seu espaço compacto. Uma particularidade deste código é o fato de que ele pode ser impresso diretamente nos produtos, peças ou em componentes individuais.

Segundo Rocha (2012), a tecnologia *Data Matrix* é composta por duas partes distintas: o padrão de localização, que é usado pelo *scanner* para localizar a informação e os dados codificados. O padrão de localização define a forma quadrado ou retângulo, o tamanho, a dimensão-x e o número de linhas e colunas do símbolo, bem como permite ao *scanner* identificar o símbolo como sendo *Data Matrix*. Composto por duas seções:

- a) linha contínua escura a esquerda e abaixo do símbolo, chamada “Padrão de Localização L”. Usada principalmente para determinar o tamanho, a orientação e a distorção do símbolo;
- b) os outros dois lados do padrão de localização, situados acima e à direita do símbolo são conhecidos como “relógio de sincronismo” e são constituídos

alternadamente por elementos pretos e brancos. Define a estrutura de base do símbolo podendo auxiliar na determinação da sua dimensão e distorções.

Dentro do padrão de localização, os dados são codificados numa matriz que contém e corresponde à tradução binária em simbologia *Data Matrix* dos caracteres (numéricos ou alfanuméricos), como mostra a Figura 4.

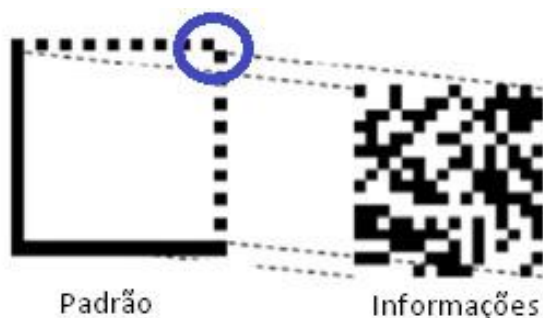


Figura 4 – Padrão de localização *Data Matrix*
Fonte: O autor (2020).

O *Data Matrix* tem uma zona clara (margem de silêncio) obrigatória. Esta é uma área branca ao redor do símbolo, que não deve conter qualquer elemento gráfico que possa prejudicar a leitura do código de barras. Essa zona terá uma largura constante igual à dimensão-x do símbolo em cada um dos quatro lados.

Para entender um pouco mais o *Data Matrix* e fazer um comparativo com o QRCode, segue mais informações.

Segundo R&B-Rastreabilidade Brasil (2020), o *Data Matrix* pode ser lido mesmo com 30% do código danificado, caso o código *Data Matrix* seja violado em até 30%, o mesmo continua sendo legível e não perde nenhuma informação contida nele. *Data Matrix* utiliza menos espaço para compactar dados é uma simbologia bidimensional, que permite a codificação de grande quantidade de informações em micro espaços. Dessa forma o *Data Matrix* torna-se ideal para peças, equipamentos, componentes e caixas pequenas.

Também Segundo R&B-Rastreabilidade Brasil (2020), o QRCode pode armazenar grande quantidade de informação, podendo armazenar até 7089 caracteres numéricos e 4296 alfanuméricos e é capaz de codificar e-mail, URL, contatos telefônicos, entre outros. Dessa forma, é possível inserir o código em diferentes veículos de mídia para divulgar informações de contato.

2.3.4 Micro-percussão (punção)

Na marcação por punção são utilizados materiais muito duros, por exemplo, tungstênio, que possui dureza de 7,5 na escala de Mohs (SAMSONOV, 1968), para construir um objeto pontiagudo que irá perfurar o material que se deseja marcar, criando assim diversas microfendas que juntas formam a informação marcada.

Existem pelo menos duas formas de realizar a punção, que pode ser de forma manual, ou com equipamento de micropuncionamento.

Este marcador manual de impacto não é muito maior do que uma caneta. Com um diâmetro de 17 mm, esta punção de centro leve e fácil de utilizar é a ferramenta ideal para marcar peças de trabalho sem um martelo e de uma forma segura, rápida e simples. A potência de percussão é ajustável de forma contínua até 500 N. Estes marcadores manuais, que podem ser fornecidos com a esfera do polegar, são utilizados principalmente para a marcação de centro, inscrição, gravação e numeração. Os adaptadores das punções de centro podem ser substituídos de forma muito rápida e simples, o que significa uma enorme poupança de tempo e uma elevada flexibilidade. (MARKATOR, 2020).

Naturalmente o processo via máquina de micropuncionamento é mais eficaz que o manual além de outras vantagens como, por exemplo, ergonomia e qualidade nas informações, segundo Dias e Giacaglia (2016), alterando o método de gravação exime o funcionário da necessidade da seleção de dígitos para gravação dos eixos, uma vez que o leitor de código de barras o faz. Dessa maneira, o problema com seleção de dígito / gravação errada é excluída, trazendo maior confiabilidade e robustez ao processo.

E completar comentando sobre uma melhor ergonomia. Com a alteração do método manual pelo da máquina de micropuncionamento, o funcionário faz apenas a aproximação da máquina no local de gravação, posicionando-a. Durante a gravação a máquina é fixada através dos dispositivos que ficam acoplados nos furos roscado do eixo, não sendo necessário ao funcionário suportar o peso da máquina, bem como a repetição no movimento gravação, que antes era realizado através de batidas do martelo no dígito de gravação, evitando dessa maneira problemas com lesões de esforço repetitivo (LER) (DIAS E GIACAGLIA, 2016).



Figura 5 – Gravação por Micro-percussão
Fonte: Adaptado de Technifor (2020).

2.3.5 Laser

O termo *LASER* é a sigla para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*: radiação eletromagnética que amplifica uma fonte de luz monocromática, coerente (unidirecional) e concentrado com alta densidade de potência. A marcação a *laser* é uma tecnologia “livre de contato de impressão” e oferece uma gama de benefícios inegáveis em comparação com processos alternativos. As marcações a *laser* são duráveis e têm como característica a longa vida útil, por serem resistentes à abrasão, radiação UV, calor, frio, produtos químicos ou álcool. A precisão do feixe de *laser* permite aplicar marcações altamente detalhadas e fontes de até 1 ponto no material, com total legibilidade e sem qualquer procedimento trabalhoso de pré-processamento.

Funciona de forma rápida, eficaz e segura, deixando uma marca de alta qualidade no material trabalhado. Podem ser superfícies planas, materiais flexíveis ou até mesmo formas complexas, pois a marcação a *laser* ocorre sem qualquer contato.

Para marcar a *laser*, direciona-se um feixe de *laser* focalizado para a superfície do material com o qual ele está trabalhando, e o calor do feixe gerará um contraste entre a área afetada e o material circundante.

Essencialmente, o feixe oxida a área abaixo da superfície do alvo, fazendo com que ela mude de cor. A maioria das marcações ficará preta, mas algumas superfícies causarão uma mudança de cor.

Com a utilização de *laser* é possível gravar um QRCode, com isso armazenar diversas informações importante sobre o produto. Segundo Ventura (2016), todas as vantagens e o uso disseminado de *smartphones* para fácil leitura desses códigos motivam sua aplicação no armazenamento de informações do produto durante seu ciclo de vida. A leitura do QRCode depende do alto contraste entre um plano de fundo e o próprio código, sendo, portanto, um desafio a gravação nas superfícies de alguns materiais. As superfícies e alguns

materiais apresentam variação de iluminação e reflexão da luz, o que não pode atrapalhar o constante, dependendo das condições de iluminação. Para evitar alterações, os códigos QR devem ser produzidos o menor possível. O dispositivo ou *software* de leitura de código QR se apresenta como limitação do sistema, visto que em vários experimentos feitos com o Google Android oficial e outros leitores de código QR não foi possível ler com sucesso o código em qualquer tipo de superfície. As circunstâncias de decodificação dos códigos QR podem tornar-se impraticáveis devido ao tempo adicional e ao esforço de computadores. Portanto, a gravação desses códigos exige a utilização de tecnologia com alta precisão de impressão a *laser*, uma vez que a geração de rebarbas gerará erro de leitura do código.

Nem todos os materiais são próprios para este tipo de marcação. No caso de materiais inflamáveis, este tipo de marcação não é apropriado, pois o material será danificado. Já para materiais metálicos, este tipo de marcação consegue ser realizado com eficiência (FARIAS, 2009).



Equipamento utilizado para
realização de marcação a *laser*

Figura 6 – Gravação a laser
Fonte: Adaptado de Akad (2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa consiste em um estudo de caso através da técnica de observação não participante e analisando-se os resultados com abordagem qualitativa, com isso se busca demonstrar uma alternativa à implantação de um processo de rastreabilidade em um processo usinagem de eixos. Para auxiliar neste processo foi realizada a pesquisa bibliográfica realizada em livros, artigos, teses e dissertações, apresenta os conceitos sobre rastreabilidade e com abordagem qualitativa.

A metodologia deste trabalho foi realizada desta forma, pois é a que melhor se adequa ao sistema de produção e de execução/análise de projetos de melhorias que envolvem diretamente os processos produtivos.

O estudo de caso pode ser uma pesquisa empírica, que investiga acontecimentos correntes dentro do dia-a-dia da vida real, utilizado principalmente quando os limites entre o contexto e o fenômeno são pouco claros. Com o objetivo de detalhar, explorar e explicar o ocorrido ou oferecer um entendimento profundo do fenômeno (YIN, 2010).

As etapas da pesquisa são divididas em cinco etapas. A primeira etapa consiste no mapeamento do fluxo produtivo, a segunda etapa consiste na avaliação das opções de rastreabilidade a terceira na verificação da aderência destas nas etapas do processo, à quarta etapa é uma avaliação estimada dos custos envolvidos na aplicação da rastreabilidade do processo e a quinta e última etapa consiste na análise e conclusão dos dados. Na Figura 7 é apresentado o fluxograma das etapas de uma forma geral.

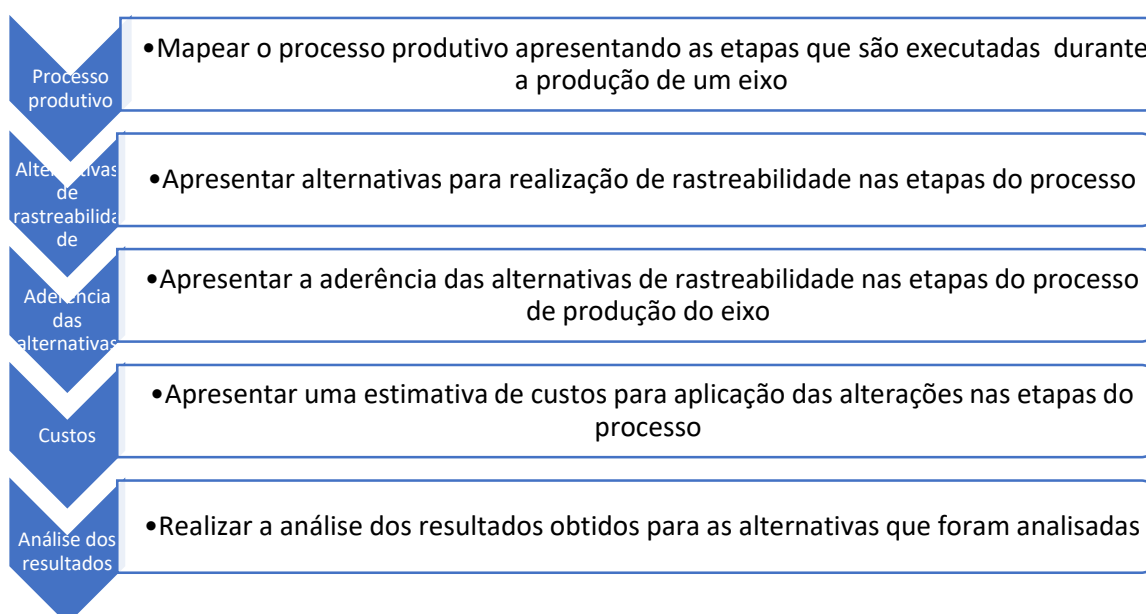


Figura 7 – Fluxograma das etapas.

Fonte: O autor (2020).

Para avaliar a aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade, optou-se por uma empresa do setor metal mecânico, situada na cidade de Jaraguá do Sul. A seleção da empresa deu-se em virtude de ser a empresa em que o autor trabalha e, em por ela possuir demanda de rastreabilidade em segmentos com baixa e até mesmo nenhuma rastreabilidade, gerando assim, oportunidade de aplicar solução de rastreabilidade na empresa.

Na Figura 8 é possível visualizar as etapas do processo onde será realizado o estudo de aplicação de um processo de rastreabilidade.

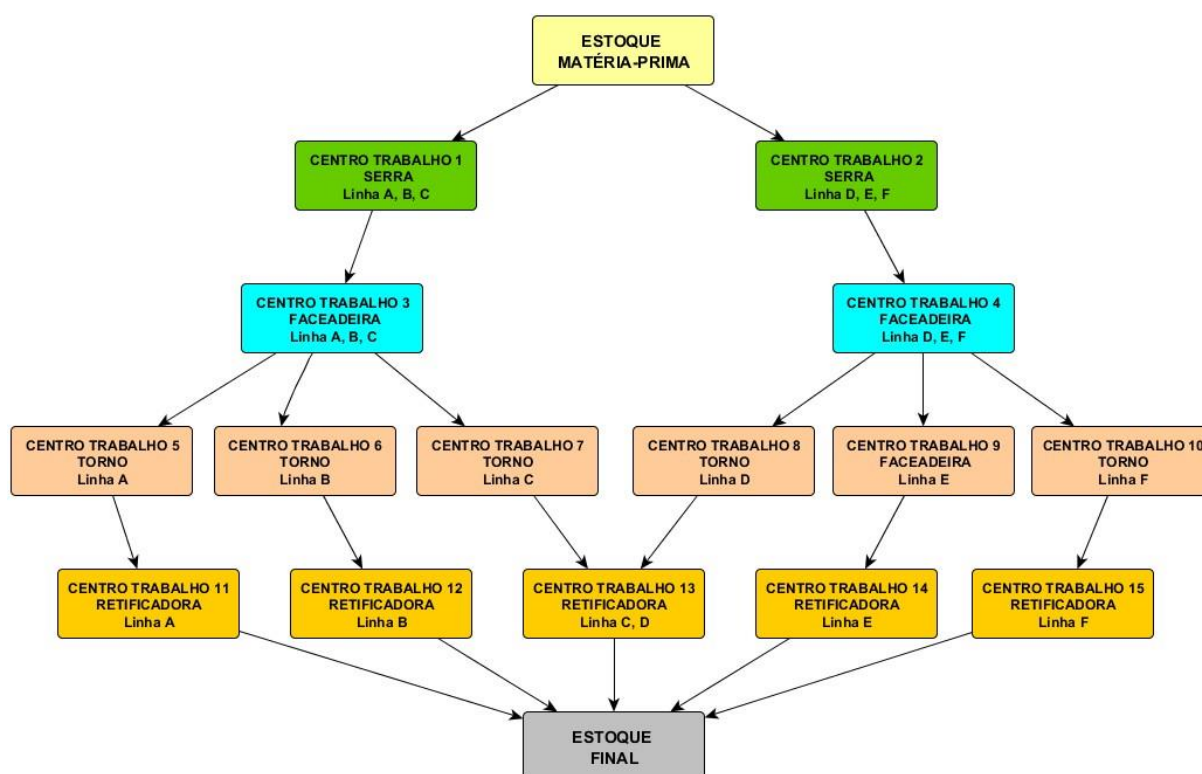


Figura 8 – Fluxograma processo de usinagem de eixos.
Fonte: O autor (2020).

O processo de produção de um eixo passa por todas as etapas acima, porém, entra somente em uma linha conforme indicado pelas letras. Cada grupo de equipamento marcado com a mesma cor no fluxograma são equipamentos que realizam o mesmo processo, mas com características dos eixos que são produzidos diferentes, ou seja, dependendo das características do eixo, o mesmo irá passar por uma linha ou outra. As principais características de um eixo, que determinam qual linha irão passar é o comprimento e o diâmetro da ponta dianteira. Existem outras restrições mais específicas, que serão indicadas no momento de criação do roteiro de fabricação, mas as duas citadas acima são as principais. Outro ponto importante é que esta análise é realizada no grupo de equipamentos “Torno”,

uma vez que nas etapas de “Serra” e “Faceadeira”, o range de tamanhos e diâmetro da ponta dianteira é maior. Para o grupo de máquinas “Retificadora”, com exceção do “Centro de trabalho 13”, respeitam a linha dos “Tornos”.

Na Tabela 1, são apresentados os valores de características que são considerados para determinação da linha.

Tabela 1 – características para determinação de linha

Linha Torno	Comprimento (mm)	Diâmetro da ponta dianteira (mm)
A	100 a 200	10 a 20
B	201 a 300	21 a 30
C	401 a 500	31 a 40
D	501 a 600	41 a 50
E	601 a 700	51 a 60
F	701 a 800	61 a 70

Fonte: O autor (2020).

Por exemplo, um eixo com um grande volume de produção, tem as seguintes características:

- COMPRIMENTO EIXO USINADO: 577,30 mm;
- DIAMETRO PONTA DIANTEIRA: 42,00 mm.

Neste caso, este eixo será produzido na linha D, passando pelos centros de trabalho, 2, 4, 8, 13 e finalmente para o estoque.

Para este estudo que está sendo realizado, independente de qual linha o produto será produzida, as sugestões de identificação serão as mesmas, considerando que os equipamentos dentro de um mesmo grupo de máquinas são semelhantes e podem utilizar as mesmas técnicas de identificação.

A seguir um pouco mais de informações sobre cada etapa do processo de fabricação de um eixo, ou seja, as etapas abaixo representam o que é feito em cada uma das linhas de produção apresentadas na Tabela 1.

- A. ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA: Neste local é onde está armazenada a barras de aço que são compradas do mercado.
- B. SERRA: Processo onde é feito a corte da barra de aço para o tamanho próximo ao final do produto eixo.

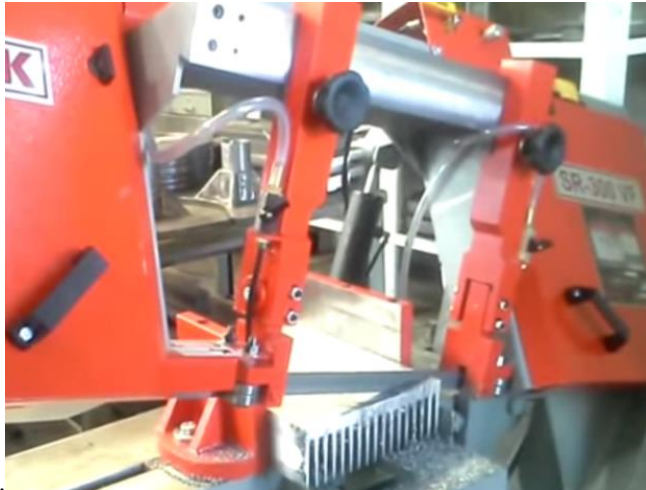


Figura 9 – Processo de corte
Fonte: O autor (2020).

- C. FACEADEIRA: O processo de facear no torno consiste em "limpar" a face da barra, para os processos seguintes. Ele serve para obter uma face de referência para medição.



Figura 10 – Processo de facear.
Fonte: O autor (2020).

- D. TORNO: É o processo que se baseia no movimento da peça em torno de seu próprio eixo. O torneamento é uma operação de usinagem que permite trabalhar peças cilíndricas movidas por um movimento uniforme de rotação em torno de um eixo fixo.



Figura 11 – Processo de tornear.

Fonte: O autor (2020).

- E. **RETIFICADORA:** Retificação é um processo de usinagem mecânica onde a remoção de cavaco do material é estabelecida pelo contato entre a peça e uma ferramenta abrasiva (rebolo), que gira em alta rotação, enquanto que a peça tem uma velocidade menor.



Figura 12 – Processo de retificar.

Fonte: O autor (2020).

- F. **ESTOQUE DE PRODUTO ACABADO:** O produto final gerado é algo semelhante ao apresentado na Figura 13:



Figura 13 – Eixo finalizado.

Fonte: O autor (2020).

Para uma melhor análise e avaliação do assunto, e conseqüentemente realizar um estudo de aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade, e seus benefícios e funcionalidades procurou-se, em literaturas, diferentes pontos de vista acerca de conceitos, definições e aplicação. Também se entendeu que o conhecimento e a experiência seriam fundamentais para a realização do trabalho.

4 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos como as alternativas levantadas anteriormente podem ser aplicadas nas etapas do processo, apresentando uma ideia de como cada uma delas pode ser implementada e o uma estimativa de custos. Lembrando que para aplicação na prática de um projeto piloto com estas soluções irá demandar um projeto na empresa, onde será necessária a alocação de uma equipe multidisciplinar para todos os detalhes desta implementação seja viável.

4.1 ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA

No recebimento da matéria-prima (MP) na empresa, será necessário coletar informações do fornecedor e do lote que está sendo recebido e registrar no sistema. Para que isso seja possível, o primeiro passo é realizar a alteração do cadastro desta MP, tornando obrigatória a geração de um lote de material interno (apenas configuração no sistema).

Durante o recebimento da MP, é feita a entrada fiscal, isso é realizado na seção de recebimento fiscal, depois do processo concluído, o fornecedor é encaminhado para a realização da entrada física deste produto na seção onde o mesmo será utilizado.

No recebimento físico é feita a entrada de informação no sistema e é então gerado o lote interno da MP. A unidade de medida básica desta MP que vem do fornecedor é em quilograma, por isso é gerado um lote e não um número de série por barra por exemplo. Neste código de lote é onde deverão ser armazenadas as informações do fornecedor, neste caso, será necessário informar o código do fornecedor e o número do lote do fornecedor. É possível que o fornecedor tenha enviado mais de um código de lote dentro deste fornecimento, neste caso, será necessário criar mais de um lote de material interno para separar corretamente as informações.

Na sequência são detalhadas como para cada uma das alternativas, uma proposta de como o processo poderia ser realizado e ao final, quando aplicável, uma estimativa de custos, reforçando que estes custos são aproximados e em caso de realização de um projeto, para montar a proposta. Os números devem ser revisados juntos aos fornecedores considerando o escopo real do projeto.

4.1.1 Identificação por radiofrequência – RFID

Ao realizar o recebimento físico das matérias-primas, o operador deverá fazer à geração das etiquetas RFID, a gravação das etiquetas será feita pelo *software* do fornecedor escolhido, porém, deverá ser previsto uma integração deste *software* com o sistema da empresa, pois as informações geradas devem estar sincronizadas, garantindo a qualidade dos dados e minimizando as chances de erro de gravação das informações, uma vez que os dados são carregados por um sistema, e não manualmente.

A sugestão neste processo é que as informações sejam geradas pelo sistema de empresa e apenas enviadas para o *software* do fornecedor para impressão e gravação das informações na etiqueta RFID. Considerando este cenário, na Tabela 2, segue uma sugestão de requisitos necessários para desenvolvimento deste programa.

Tabela 2 – Requisitos *software* para gravação RFID

Requisito	Descrição
01	Será necessário disponibilizar para o recebedor do material um dispositivo onde tenha acesso ao sistema para realizar este processo de entrada física destas MP. Pode ser um computador, um <i>tablet</i> ou um coletor de dados que tenha acesso direto ao sistema.
02	Deverá ter uma antena/impressora com integração ao sistema de RFID, para gravação das informações na etiqueta RFID.
03	Deverá ter uma tela no sistema para que seja feita a entrada das informações do fornecedor no sistema da empresa e estas informações devem ser atribuídas ao lote que foi gerado com a entrada física das MP no sistema.
04	Deverá ser integrado ao sistema do fornecedor de geração das etiquetas RFID.
05	O dado de entrada deste sistema deverá ser a nota fiscal do fornecedor. Já que a mesma já teve a entrada fiscal realizada e as informações já estão no sistema, então com a nota fiscal, será possível fazer a pesquisa das informações para realização da conferência física e entrada.
06	Deverá ser possível que o operador informe quantos lotes de material deverão ser criados e também a quantidade de cada um destes lotes, considerando que deverá ser criado um lote para cada lote do fornecedor.
07	O código do fornecedor deverá ser incluído de forma automática no lote criado.
08	Deverá ser obrigatório informar o lote do fornecedor para cada lote de material que foi criado internamente.
09	Deverá ser avaliado junto aos principais fornecedores, se é possível enviar o número do lote impresso nas etiquetas de identificação do produto, ou no formato de QRCode ou código de barras, facilitando a entrada dos dados.
10	Deverá ser criado um ID para cada etiqueta e uma tabela temporária interna no sistema (este prazo deve ser avaliado), onde deverá ser armazenado as informações da etiqueta RFID, para que se durante o processo seja necessário imprimir uma nova etiqueta, devido a mesma ter sido rasgada por exemplo, seja possível através deste ID, ou alguma outra referência.

Fonte: O autor (2020)

Uma vez gerada as etiquetas, as mesmas devem ser fixadas nas barras de aço, de uma forma que não se soltem com o manuseio e que fiquem fixadas de uma forma visível até a utilização desta barra.



Figura 14 – Etiquetas.
Fonte: O autor (2020).

Uma estimativa aproximada de custos, que foi realizada, pode ser verificada na Tabela 3. A estimativa de custos foi baseada no conhecimento do autor, uma vez que esta é uma das atribuições de sua função na empresa a de orçar e desenvolver softwares para os processos de manufatura.

Tabela 3 – Estimativa de custos etiquetas RFID – Estoque.

Despesas (Desembolso)	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 26.121,05
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Desenvolvimento Integração	1	R\$ 80.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 40.000,00
Impressora RFID	1	R\$ 25.800,00
Etiquetas RFID	1000	R\$ 550,00
Coletor RFID	1	R\$ 46.920,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 224.391,05</i>

Fonte: O autor (2020).

4.1.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras ou *Data Matrix*

Devido à similaridade destas duas opções (código de barras e *Data Matrix*), as mesmas foram agrupadas, chegou-se a esta conclusão ao verificar que o *software* e infraestrutura necessária para impressão das etiquetas com código de barras e *Data Matrix*, poderia ser o mesmo, somente com a alteração de um parâmetro no software que não teria custo adicional para uma ou outra opção.

Neste processo a sugestão é realizar um desenvolvimento dentro do sistema da empresa para que seja possível fazer a geração das informações de identificação e geração das etiquetas para identificação das barras de eixo.

Na Tabela 4 é apresentada uma sugestão de requisitos para o desenvolvimento deste sistema/processo.

Tabela 4 – Requisitos *software* para gravação das etiquetas

Requisito	Descrição
01	Será necessário disponibilizar para o recebedor do material um dispositivo onde tenha acesso ao sistema para realizar este processo de entrada física destas MP. Pode ser um computador, um <i>tablet</i> ou um coletor de dados que tenha acesso direto ao sistema.
02	Uma impresso térmica para que após a entrada física seja realizada a impressão de etiquetas para fixação e identificação das MPs que foram entradas.
03	Deverá ter uma tela no sistema para que seja feita a entrada das informações do fornecedor no sistema da empresa e estas informações devem ser atribuídas ao lote que foi gerado com a entrada física das MP no sistema da empresa.
04	O dado de entrada deste sistema deverá ser a nota fiscal do fornecedor. Já que a mesma já teve a entrada fiscal realizada e as informações já estão no sistema, então com a nota fiscal, será possível fazer a pesquisa das informações para realização da conferência física e entrada.
05	Deverá ser possível que o operador informe quantos lotes de material deverão ser criados e também a quantidade de cada um destes lotes, considerando que deverá ser criado um lote para cada lote do fornecedor.
06	O código do fornecedor deverá ser incluído de forma automática no lote criado.
07	Deverá ser obrigatório informar o lote do fornecedor para cada lote de material que foi criado internamente.
08	Deverá ser avaliado juntos aos principais fornecedores, se é possível enviar o número do lote impresso nas etiquetas de identificação do produto, ou no formato de QRCode ou código de barras, facilitando a entrada dos dados.
09	Integração do processo de criação e entrada dos lotes e impressão das etiquetas internas de identificação.
10	O <i>layout</i> das etiquetas deve ter as principais informações de identificação do produto e também um QRCode, com o número do material e lote interno.
11	Deverá ser criado um ID para cada etiqueta e uma tabela temporária interna no sistema (este prazo dever ser avaliado), onde deverá ser armazenado as informações da etiqueta RFID, para que se durante o processo seja necessário imprimir uma nova etiqueta, devido a mesma ter sido rasgada por exemplo, seja possível através deste ID, ou alguma outra referência.

Fonte: O autor (2020).

Com o processo acima, as barras de aço serão identificadas e com as informações relacionadas corretamente, para que no futuro, caso seja necessário seja possível descobrir qual lote do fornecedor foi utilizado para fabricação de um determinado eixo.

Uma estimativa aproximada de custos pode ser verificada na Tabela 5:

Tabela 5 – Estimativa de custos etiquetas, códigos de barras / *Data Matrix* – Estoque.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 26.121,05
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Impressora de mesa	1	R\$ 17.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 48.121,05</i>

Fonte: O autor (2020).

4.1.3 Micro-percussão (punção)

O começo deste processo será semelhante ao do RFID, à diferença é que o sistema e infraestrutura necessários são diferentes, o fluxo das demais informações e processos seguirá o mesmo processo.

Com este processo, o equipamento que deverá ser escolhido deverá ser portátil, uma vez que não será possível, trazer as barras de aço, até o equipamento para realizar a identificação. Segue na Figura 15, uma imagem de equipamento nestes moldes:



Figura 15 – Equipamento de Micro-percussão.

Fonte: Adaptado de Technifor (2020)

Uma estimativa aproximada de custos pode ser verificada na Tabela 6:

Tabela 6 – Estimativa de custos Micro-percussão – Estoque.

Investimentos	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 26.121,05
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Desenvolvimento Integração	1	R\$ 35.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 40.000,00
Equipamento de Micro-percussão	1	R\$ 32.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 138.121,05</i>

Fonte: O autor (2020).

4.1.4 Laser

Este processo será semelhante ao do Micro-percussão, visto no item anterior, a diferença será o equipamento que será utilizado. Na Figura 16 é apresentado um exemplo, este equipamento tem a necessidade de infraestrutura mais completa e com uma menor mobilidade em comparação ao “Micro-percussão (punção)”, apresentado no item 4.1.3.



Figura 16 – Equipamento marcação laser.
Fonte: Adaptado de Wellelaser (2020).

Uma estimativa aproximada de custos pode ser verificada na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa de custos laser – Estoque.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 26.121,05
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Desenvolvimento Integração	1	R\$ 30.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 30.000,00
Equipamento de marcação Laser	1	R\$ 80.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 171.121,05</i>

Fonte: O autor (2020).

4.2 SERRA

Este é o primeiro processo de manufatura do eixo, é neste momento que o lote gerado na entrada deverá ser transformado em um número de série, onde será única, esta transformação é realizada pelo sistema da empresa, no momento da criação do documento da ordem de produção, que além de gerenciar este processo, também é responsável por gerar as informações de como o processo deve ser executado e quais matérias-primas devem ser utilizadas.

Neste processo a barra de aço é cortada em tamanho menor, conforme necessidade e tamanho do eixo final.

4.2.1 Identificação por radiofrequência – RFID

Com a transformação da matéria-prima em um produto intermediário, onde começa a ganhar características específicas, como por exemplo, tamanho, conseqüentemente o código deste produto é alterado, com isso será necessária à geração de uma nova identificação. Neste momento, existem duas possibilidades, uma delas é a utilização de um equipamento para geração das etiquetas RFID neste posto de trabalho, para que no começo do processo o operador faça a geração da identificação, ou uma segunda, que seria criar uma central de impressão das etiquetas, onde nesta central, as etiquetas RFID seriam geradas para as ordens de produção que serão produzidas no dia, nesta segunda opção, será necessário avaliar se é possível que alguma área de apoio possa assumir este novo processo, por exemplo, a área que hoje é responsável por enviar as ordens de produção para a fábrica. As ordens de produção seriam enviadas para os equipamentos de serra, junto com as etiquetas RFID.

Entende-se que a segunda opção é a mais viável, já que ter mais um equipamento para geração das etiquetas RFID neste posto teria um alto custo, e o tempo de processamento da operação irá aumentar consideravelmente. Então será neste processo que será dado foco.

Estas novas etiquetas RFID, não poderão ser fixadas neste momento no eixo, já que os próximos processos são agressivos e iria destruir a mesma. Sendo assim como já ocorre com a ordem de produção hoje, devem acompanhar o processo.

Um processo que deverá ser feito neste momento será a indicação de qual número de lote será utilizado para produção da ordem de produção.

Com isso será necessário desenvolver um sistema, onde o usuário deverá informar a ordem de produção e, em sequência, informar qual é lote que será utilizado. Segue abaixo uma sugestão dos requisitos que o sistema deverá ter:

- Req.01 – Sistema deverá permitir leitura de códigos de barras, considerando que o código da ordem de produção está impresso como código de barras no documento de produção que foi recebido.
- Req.02 – Sistema deverá estar conectado a uma antena receptora de RFID, para realizar a leitura da informação do lote na etiqueta que estava fixada na barra de eixo.
- Req.03 – Sistema deverá realizar o consumo da matéria-prima no sistema e realizar a vínculo entre o número do lote e os números de série gerados para a ordem de produção em questão.
- Req.04 – Deverá ser possível informar mais de um lote de matéria-prima.

Uma estimativa aproximada de custos pode ser verificada na Tabela 8:

Tabela 8 – Estimativa de custos *etiqueta RFID* – Serra.

Despesas (Desembolso)	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Coletor RFID	1	R\$ 46.920,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 63.793,20</i>

Fonte: O autor (2020).

4.2.2 Identificação por etiquetas e códigos de barras + *Data Matrix*

Devido à similaridade destas duas opções (código de barras e *Data Matrix*), as mesmas foram agrupadas.

Para utilização das etiquetas para identificação, o processo será similar ao anterior apresentado nas etiquetas de RFID, a diferença serão as etiquetas envolvidas com um menor custo. Inclusive os requisitos serão os mesmos, porém, sem a necessidade de interface com um sistema externo para fazer a leitura da etiqueta RFID.

Uma estimativa aproximada de custos pode ser verificada na Tabela 9:

Tabela 9 – Estimativa de custos etiquetas, códigos de barras / *Data Matrix* – Serra.

Despesas (Desembolso)	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 16.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

4.2.3 Micro-percussão (punção) e *Laser*

Devido à similaridade destas duas opções (micro-percussão e *laser*), as mesmas foram agrupadas, considerando que somente o equipamento para geração da identificação é diferente, porém todos os demais fluxos serão os mesmos.

Para utilização de micro-percussão ou *laser*, os requisitos iniciais do sistema são os semelhantes aos anteriores, considerando que o vínculo entre o lote da barra de aço e os números de série da ordem de produção subsequente, é um requisito macro para se ter a rastreabilidade.

Para este cenário tem duas opções, se a identificação das barras de eixos com o número de série será nesta etapa ou somente no final do processo.

Para a opção de que a identificação da peça será feita somente no final do processo, durante a produção, os eixos deverão ser segregados e organizados por ordem de produção, isso pode ser feito por recipiente, carrinho de transporte ou grade, dependendo do tamanho dos eixos. A separação das peças por ordem de produção é fundamental para que seja possível fazer o vínculo correta das informações.

No cenário onde a identificação será feita nesta etapa, o local que deverá ser feita a identificação, será no corpo da barra, tanto a marca de micro-percussão ou laser, uma vez que a etapa seguinte do processo será a de faceamento e não poderá ser feita a identificação na face. Neste cenário, deverá ter um equipamento de identificação, micro-percussão ou laser, em cada posto de trabalho de serra, ou um que seja compartilhado entre mais postos de trabalho, mas deverá ser feita uma análise da disponibilidade, para que nenhum centro de trabalho fique parado aguardando o equipamento.

Uma estimativa aproximada de custos para o micro-percussão, pode ser verificada na Tabela 10:

Tabela 10 – Estimativa de custos micro-percussão – Serra.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 40.000,00
Equipamento de Micro-percussão	1	R\$ 32.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 88.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

E estimativa aproximada de custos para *laser*, pode ser verificada na Tabela 11:

Tabela 11 – Estimativa de custos *laser* – Serra.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de <i>software</i> interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 30.000,00
Equipamento de <i>laser</i>	1	R\$ 80.000,00
<i>TOTAL</i>		R\$ 126.873,20

Fonte: O autor (2020).

4.3 FACEAMENTO

Neste processo não é necessária uma interação direta com o sistema, considerando que na primeira fase, já foi feito o consumo do lote de matéria-prima e atribuição dos números de série gerado na ordem de produção ao lote que barra de aço que esta sendo consumida. Somente processos relacionados com a identificação física das peças.

4.3.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e *Data Matrix*

Devido à similaridade destas três opções (RFID, Código de barras e *Data Matrix*), as mesmas foram agrupadas.

No processo anterior foi avaliado que as etiquetas serão geradas e acompanharão as peças junto aos processos e serão fixadas somente na última etapa do processo. Com isso não haverá necessidade de alteração neste processo.

4.3.2 Micro-percussão (punção) e *Laser*

Devido à similaridade destas duas opções (micro-percussão e *laser*), as mesmas foram agrupadas, considerando que somente o equipamento para geração da identificação é diferente, porém todos os demais fluxos serão os mesmos.

Na etapa anterior, foram mapeadas duas alternativas, uma delas é a identificação dos eixos somente no final do processo, logo, não terá alteração no processo nesta etapa, apenas a necessidade de reforçar com os operadores a importância de manter as peças segregadas corretamente por ordem de produção, conforme detalhado anteriormente.

Para a segunda opção que seria a identificação na peça, a mesma seria marcada no corpo da barra, com isso, neste processo também não terá alteração, já que o processo será feito somente na face do eixo.

4.4 TORNEAMENTO

Neste processo não é necessária uma interação direta com o sistema, considerando que na primeira fase, já foi feito o consumo do lote de matéria-prima e atribuição dos números de série gerado na ordem de produção ao lote que barra de aço que esta sendo consumida. Somente processos relacionados com a identificação física das peças.

4.4.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e *Data Matrix*

Devido à similaridade destas três opções (RFID, Código de barras e *Data Matrix*), as mesmas foram agrupadas.

Nos processos anteriores foram geradas as etiquetas e as mesmas não foram fixadas nas peças, com isso nesta etapa, não terá necessidade de adequações no sistema.

4.4.2 Micro-percussão (punção) e *Laser*

Devido à similaridade destas duas opções (micro-percussão e *laser*), as mesmas foram agrupadas, considerando que somente o equipamento para geração da identificação é diferente, porém todos os demais fluxos serão os mesmos.

Nas etapas anteriores, foram mapeadas duas alternativas, uma delas é a identificação dos eixos somente no final do processo, logo, não terá alteração no processo nesta etapa, apenas a necessidade de reforçar com os operadores a importância de manter as peças segregadas corretamente por ordem de produção, conforme detalhado anteriormente.

Para a segunda opção que seria a identificação na peça o mesmo foi feito no corpo da barra, e este será torneada, conseqüentemente a identificação deverá ser feita em outro local, e a sugestão é fazer na face do eixo.

Para realizar este processo será necessário um equipamento de micro-percussão ou *laser*, junto ou próximo a máquina, o ideal é que não seja necessário que o operador fique esperando ou se deslocando para utilizar o equipamento, uma vez que isso seria improdutivo. Neste processo será necessário que a identificação que foi feita no corpo da peça seja feita na face do eixo. Com isso será necessário ter um computador junto com o equipamento para realizar a entrada dos dados para geração da nova identificação.

Uma estimativa aproximada de custos para o micro-percussão, pode ser verificada na Tabela 12:

Tabela 12 – Estimativa de custos micro-percussão – Facear.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de software interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 40.000,00
Equipamento de Micro-percussão	1	R\$ 32.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 88.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

E estimativa aproximada de custos para *laser*, pode ser verificada na Tabela 13:

Tabela 13 – Estimativa de custos *laser* – Facear.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de software interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 30.000,00
Equipamento de <i>laser</i>	1	R\$ 80.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 126.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

4.5 RETIFICAR

Esta será a última etapa do processo, ou seja, aqui a identificação realizada na peça será a definitiva e a que irá acompanhar o eixo até a montagem final do produto. Esta identificação é fundamental, uma vez que, se for perdida e não for mais possível reconhecer a identificação do eixo o mesmo deverá ser sucateado.

4.5.1 Identificação por radiofrequência – RFID, Código de Barras e *Data Matrix*

Devido à similaridade destas três opções (RFID, Código de barras e *Data Matrix*), as mesmas foram agrupadas.

Nesta etapa as etiquetas deverão ser fixadas no produto, o local escolhido é fundamental para que não se tenha problemas com as próximas etapas do processo de montagem do produto final.

O ideal é fixar etiqueta na face do eixo, em algumas situações o modelo de etiqueta tem que ser bem pequeno, com isso é possível que seja necessário ter mais de um modelo de etiqueta, para que seja possível a utilização em todas as linhas de produção.

Como as etiquetas já foram geradas, será feita a fixação no eixo e é neste momento que ganha seu número de série e se torna único.

4.5.2 Micro-percussão (punção) e *Laser*

Devido à similaridade destas duas opções (micro-percussão e *laser*), as mesmas foram agrupadas, considerando que somente o equipamento para geração da identificação é diferente, porém todos os demais fluxos serão os mesmos.

Nas etapas anteriores, foram mapeadas duas alternativas, uma delas é a identificação dos eixos somente no final do processo, que será neste momento e a outra opção, a identificação da peça foi feita no processo anterior que é o torneamento, ou seja, neste processo nada a ser feito.

Para a opção onde a identificação será feita neste processo, a necessidade é semelhante a anterior, onde será necessário que o equipamento de Micro-percussão ou *laser*, esteja próximo ou neste posto de trabalho. As demais definições de sistemas e processos, será as mesmas das etapas anteriores.

Uma estimativa aproximada de custos para o micro-percussão, pode ser verificada na Tabela 14:

Tabela 14 – Estimativa de custos micro-percussão – Retificar.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de software interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 40.000,00
Equipamento de Micro-percussão	1	R\$ 32.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 88.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

E estimativa aproximada de custos para *laser*, pode ser verificada na Tabela 15:

Tabela 15 – Estimativa de custos *laser* – Retificar.

Investimento	Quantidade	Valor estimado
Desenvolvimento de software interno	1	R\$ 11.873,20
Estrutura física para apontamento	1	R\$ 5.000,00
Instalação, Configuração e Testes	1	R\$ 30.000,00
Equipamento de <i>laser</i>	1	R\$ 80.000,00
<i>TOTAL</i>		<i>R\$ 126.873,20</i>

Fonte: O autor (2020).

4.6 ESTOQUE FINAL

Nesta etapa o eixo finalizado e devidamente identificado é enviado para o estoque, e sua ordem de produção encerrada. Como a vínculo entre o número de série e o lote da

materia-prima já foi feito, este processo é feito para disponibilizar estes números de série para que o processo seguinte faça o consumo dos mesmos.

5 ANÁLISE

É possível verificar que existe aderência das alternativas avaliadas para o processo de identificação do eixo, e que a escolha de cada uma das alternativas tem relação direta com o custo da solução e facilidade de implementação. O ideal seria segregar cada linha de produção e testar uma das soluções para ter com fatos e dados, qual das alternativas é a que melhor se encaixa, porém, isso é totalmente inviável, considerando o alto custo e a não disponibilidade da fábrica para ficar parando seus processos com uma frequência tão alta para realização dos cenários de testes. Com isso deverá ser feita uma análise das etapas e opções considerando a experiência do grupo de trabalho que deve ser montado para realização da implantação deste processo, baseado nas informações e utilizando exemplos de outros processos da empresa para realizar um comparativo entre as opções e podendo se necessário realizar um *merge* entre as soluções propostas.

Com isso foi possível concluir que todas as alternativas são viáveis de serem implementadas, porém as diferenças de custos são consideráveis, e em alguns processos, podendo aumentar o tempo de processamento nas operações significativamente.

Na Tabela 16 é possível ver um comparativo geral dos custos que podem chegar cada alternativa:

Tabela 16 – Comparativo final de custos.

Investimento	Valor estimado total
Etiqueta RFID	R\$ 288.184,25
Etiqueta Código de Barras/ <i>Data Matrix</i>	R\$ 64.994,25
Micro-percussão	R\$ 315.867,45
<i>Laser</i>	R\$ 424.867,45

Fonte: O autor (2020).

A etiqueta RFID, é de segundo menor valor, porém, considerando a similaridade que a mesma tem com as demais etiquetas, é possível afirmar que ela não é uma alternativa interessante, apesar de ser a segunda solução mais barata, o custo se aproxima das mais caras, considerando toda a infraestrutura que necessária para gerenciar e gerar as informações, temos também o fator de sensibilidade destas etiquetas, devido à possibilidade de rasgar, soltar das peças, com isso a conclusão é que esta alternativa não é a mais interessante.

Com relação às etiquetas com código de barras e *data matrix*, são as soluções mais simples e de fácil implantação, em um comparativo direto com as etiquetas de RFID, esta seria a escolha mais interessante, de implementação mais fácil e com menores custos. Porém

esta também tem o problema relacionado à possibilidade da etiqueta ser danificada e se caso não seja mais possível identificar o eixo, o mesmo deve ser sucateado, uma vez que as informações de rastreabilidade são fundamentais para o processo.

Sobre o processo de micro-percussão, o custo é o maior, porém, o processo de identificação é mais garantido que os anteriores, uma vez que com a peça marcada, somente se o eixo for danificado para que a leitura seja prejudicada, mas em um cenário como este, o próprio eixo já não teria mais utilidade. Os custos poderiam ser barateados se for seguir pela alternativa de que a identificação seria feito somente no final no processo, neste cenário seria somente um equipamento por linha de produção.

Para o processo a *laser* a avaliação é semelhante a anterior, porém o seu custo é mais elevado, e não é possível avaliar algum ganho adicional utilizando esta opção.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

No estudo de caso realizado, foram apresentados os desafios que existem para implantação de um processo de rastreabilidade de um produto que neste caso é um eixo que é utilizado em motores elétricos e passou pelo processo de usinagem.

Com a pesquisa bibliográfica realizada, foi possível identificar diversos métodos para que seja possível viabilizar o processo de rastreabilidade em uma usinagem de eixos. Com o detalhamento do processo produtivo que foi realizado, ficou de forma mais clara as etapas do processo e conseqüentemente com o detalhamento dos conceitos de rastreabilidade, foi possível fazer a união das informações para chegar à conclusão definitiva deste trabalho.

Com base nos dados gerados no estudo de caso, é possível sugerir que a opção que seria mais adequada para este processo é a utilização de micro-percussão, porém, mesclando com a solução de etiquetas *Data Matrix* para o processo de recebimento no estoque de matéria-prima, já que a identificação no começo é temporária. Assim seria necessário somente um equipamento de micro-percussão no final do processo, podendo trazer os custos de implantação para R\$ 203.115,30, tornando mais barato que a própria identificação com etiquetas RFID.

No meu ponto de vista, ficou evidente que a criação de um processo da rastreabilidade vai muito além de simplesmente criar um sistema e um servidor para armazenamentos de dados é necessário à definição e criação de uma estrutura física para que estas informações sejam coletadas corretamente para então serem armazenadas. E existem alguns sistemas de coletas, conforme descritos no trabalho. O que pode ser determinante para seleção de um ou de outro é o retorno que este novo processo vai trazer para a empresa, se um grande projeto com potencial de expansão esta sendo avaliado, pode valer a pena pagar pelos processos mais caros, com o a *laser*, por exemplo, mas se não existe um grande projeto e a empresa esta somente projetando entrar em um novo segmento, possivelmente é mais recomendado que inicialmente seja feito um processo com um custo mais baixo, por exemplo, a utilização e etiqueta código de barras/*data matrix*, e caso o projeto vingue, ai sim realizar maiores investimento.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para um trabalho deste nível e considerando o tamanho da empresa, para ser ter um nível de detalhe onde seja possível montar uma proposta e apresentar para uma comissão de aprovação, será necessário montar uma equipe de trabalho multidisciplinar, precisando envolver alterações em vários níveis do processo e com conhecimento diversos nas etapas. E também para solicitar um orçamento mais preciso para os fornecedores é necessário que o escopo do projeto seja mais bem definido, apresentando, quais etapas seriam envolvidas, e avaliar a infraestrutura atual da fábrica. Os orçamentos de desenvolvimento de softwares também são estimativas baseadas no conhecimento do autor nesta área, mas para uma proposta definitiva, seria necessário um detalhamento maior dos requisitos do sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9001:2008. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: **Sistemas de gestão da qualidade** – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

AFIXGRAF. **Identificação por radiofrequência (RFID)**. Disponível em: <<http://www.afixgraf.com.br/como-funciona-rfid/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

AKAD. **Akad** – Impressoras. Disponível em: <<https://www.akad.com.br/2010/12/empresa/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BAEHR, S. L. **Rastreabilidade na Indústria de Alimentos**. Jaraguá do Sul FERJ, 1995. Estágio Supervisionado (Administração de Empresas).

BASTOS, A. L. A. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos – Uma Avaliação da Aplicação em um Processo Produtivo de Usinagem de Engrenagem In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVI. Anais**. Fortaleza, 2006.

CORRÊA, João Carlos; CARDOSO, Álvaro Azevedo; CHAVES, Carlos Alberto. Os benefícios de um sistema de rastreabilidade em uma empresa de autopeças. In: XXVII SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, **Baurú. Anais do XIII SIMPEP**. Baurú: UNESP, 2006.

DIAS, M. A. P. **Administração De Materiais: Princípios, Conceitos E Gestão**. 6a edição. ed. [S.l.]: Ed. Atlas, 2009.

DIAS M. V. S.; GIACAGLIA, G. E. O. Alteração do método de gravação de eixos ferroviários – um estudo de caso. **Revista Univap**, São Paulo, v.22, n.40, 2016.

FARIAS, M. F. **Sistema de controle e rastreabilidade de caixas e instrumentos cirúrgicos em centrais de material e esterilização**. Dissertação de mestrado (Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação) da Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.

FAVARETTO, F. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, USP, São Carlos, 2001.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio século XXI: O dicionário da Língua Portuguesa**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GB. **Network & Print**. Disponível em: <<http://gbnet.com.br/blog/index.php/2012/08/o-que-e-como-funciona-o-codigo-de-barras-datamatrix/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

GONÇALVES, J. J. G. **Criação de fluxo e implementação de sistema de rastreabilidade da produção**. Dissertação de mestrado (Engenharia eletrônica e de computadores) da Universidade do Porto. 2009.

GRYNA, F.M. Planejamento da produção. Em: JURAN, J.M.; GRYNA, F.M(Org) Controle da Qualidade: Handbook. São Paulo: **Makron Books**, 1992. v.3, cap.15, p.167-243.

GSI. **Código de barras**. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/codigos-e-padrees/codigo-d-e-barras>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

GSI. DataMatrix: **An introduction and technical overview of the most advanced**. GS1 Application Identifiers compliant symbology. 2011.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle de qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1993.

MARKATOR. **Punção**. Disponível em: <https://www.markator.com.br/produtos/conventiona/l/sistemas_convencionais_de_marcacao.php>. Acesso em: 18 jul. 2020.

MEYER, B. **Protótipo de sistema de rastreabilidade de produtos utilizando o banco de dados caché**. 1999. Monografia (Graduação em Bacharel em Ciências da Computação) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau-SC.

MOURA, J. B.; SANTOS, E. A. F. dos, OLIVEIRA, E. A. A engenharia de produção quanto gestão e a rastreabilidade de produtos ortopédicos: um estudo de caso em uma indústria de produtos ortopédicos. **Revista UNINGÁ**. Review ISSN 2178-2571.

PINHEIRO, J. P. S.. **Projecto de rastreabilidade na Bosch Car Multimedia**. 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto-Portugal.

PINTO, C. P. **A rastreabilidade no contexto da gestão da qualidade**. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal de Itajubá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/504/dissertacao_pinto1_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 mar. 2020.

REZENDE, D.A.; ABREU, A.F. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informações empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

ROCHA, C. X. da S. S. **Análise e seleção de tecnologias de rastreabilidade das garrafas de vidro na cadeia produtiva cervejeira**. 2018. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Administração) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda/RJ.

ROCHA, R. U. G. da. **Fluxo da informação no sistema de rastreabilidade em uma empresa do segmento eletrônico**. 2012. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

R&B. **Rastreabilidade Brasil**. Disponível em: <<http://rbrastreabilidade.com.br/diferencas-ent-re-codigos-datamatrix-qr/>>. Acesso em: 08 ago. 2020.

SAMSONOV, G. V., **Handbook of the physicochemical properties of the elements**, 1st ed., IFI/Plenum, New York–Washington, USA, 1968.

SANTINI, A. G.. **RFID Conceitos, aplicabilidades e impactos**, 2008.

SONDA, M. B. **A rastreabilidade como ferramenta de apoio à gestão em uma indústria de plásticos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul-RS.

STAKE RE. **Investigación com estúdio de casos**. 4ª ed. Madrid (ES): Ediciones Morata; 2007.

TECHNIFOR. Equipamento de Micro-percussão. Disponível em: <<https://www.technifor.com.br/produtos/micro-percussao-riscagem/maquinas-portateis-solucoes-de-marcacao-portatil/solucao-micro-percussao-pistola-de-marcacao-xm700>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

TIBOLA, C. S. et al. **Sistema de rastreabilidade digital para trigo**. Embrapa, Brasília, p. 27–28, 2013.

VENTURA, C. E. H. et al. Towards part lifetime traceability using machined Quick Response codes. **Procedia Technology**. v. 26, p. 89-96, 2016.

WELLELASER. **Equipamento marcação laser**. Disponível em: <<https://wellelaser.com/produtos/os5000/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

YIN RK. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre (RS): Bookman; 2010.

ZAPAROLI, M., ROSSINI, C. A., CALADO, R. D. Caderno de Estudos e Pesquisas Universitas. **Exame**, São Paulo, ano 6, n.10, jan-jun. 2013.