

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

ALEX WISNIESKI

**RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

ALEX WISNIESKI

**RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto
Orientador

Prof. Dr. Walter Luís Mikos
Banca

Prof. Dr. Leonardo Tonon
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força nos momentos difíceis.

À empresa do setor metal mecânico situada em Jaraguá do Sul, por permitir a realização desse trabalho.

À minha família e a todos que cooperaram de certa forma o meu muito obrigado.

“Quando faltam máquinas, você as pode comprar; se não tiver dinheiro, pode pegar emprestado; mas homens você não pode comprar ou pedir emprestado, e homens motivados são à base do êxito”.

Eggon João da Silva

RESUMO

WISNIESKI, Alex. Rastreabilidade na cadeia produtiva de uma indústria metal mecânica. 2017. 31 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Esse trabalho tem como principal objetivo apresentar a aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade na cadeia produtiva de uma indústria metal mecânica, visando garantir a qualidade dos produtos fabricados em toda a cadeia, bem como, possibilitar obter informações relacionadas aos produtos e processos fabris, muitas vezes necessárias para rápidas tomadas de decisão e para atender uma exigência do mercado atual. Foi utilizada para esse trabalho uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa em determinadas áreas de uma empresa do setor metal mecânico situada em Jaraguá do Sul, bem como pesquisas trabalhos, relatos, artigos e experiência profissional do autor. Através da pesquisa realizada obtiveram-se as principais necessidades que os clientes desse mercado estão exigindo, principalmente em determinados segmentos de mercado como Nuclear, Tração Elétrica Veicular e Tração de Elevadores, por serem aplicações finais que geram risco direto para as pessoas. Foi possível observar os tipos de rastreabilidade e a composição de uma solução, as principais tecnologias de identificação utilizadas no mercado e as vantagens e desvantagens na adoção e implantação de uma solução de rastreabilidade. O comprometimento de todos os níveis hierárquicos da empresa e um escopo bem definido é importantíssimo para o sucesso na implantação desse tipo de solução. Novos trabalhos, complementares a esse, são necessários para responder algumas respostas que não puderam ser tão detalhadas.

Palavras-chave: Rastreabilidade. Indústria. Metal Mecânica.

ABSTRACT

WISNIESKI, Alex. Traceability in the production chain of a metalworking industry. 2017. 31 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

This paper aims to present the applicability of a traceability solution in the production chain of a metalworking industry in order to ensure the quality of the products manufactured throughout the production chain, as well as achieving the information related to the products and manufacturing processes, often needed for fast decision making and to meet a current market requirement. An exploratory research with a qualitative approach in certain areas of a metalworking company located in Jaraguá do Sul, as well as researches, studies, reports, articles and professional experience of the author was used for this work. Performed researches provided the main needs that the customers of this market are demanding, mainly in certain market segments such as the Nuclear, Electric Vehicle Traction and Lift Traction, since they are the final applications that generate direct risk to people. These researches enabled to detect the types of traceability and the composition of a solution, the main identification technologies used in the market and the advantages and disadvantages in the adoption and implementation of a traceability solution. The commitment of all hierarchical levels of the company and a well-defined scope is very important for the success in the implantation of this type of solution. New supplementary works to this are required to answer some questions that could not be so detailed in this paper.

Keywords: Traceability. Industry. Metalworking.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Histórico do produto no sistema INLINE.....	16
FIGURA 2 – Histórico do produto no ERP SAP.....	17
FIGURA 3 – Histórico de testes/ ensaios no Sistema ENSAIOS WEG.....	17
FIGURA 4 – Código de Barras EAN-13.....	18
FIGURA 5 – Funcionamento da tecnologia RFID.....	19
FIGURA 6 – Gravação por micro-percussão (punção).....	20
FIGURA 7 – Gravação por riscagem.....	20
FIGURA 8 – Gravação por laser.....	21
FIGURA 9 – Código Data Matrix.....	21

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Necessidades dos clientes da empresa estudada nesse trabalho.....	14
QUADRO 2 – Comparativo das tecnologias de rastreabilidade.....	22

LISTRA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SÍMBOLOS

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FIESC	FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte</i>
TLT	Treinamento no Local de Trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS	14
3.1 TIPOS DE RASTREABILIDADE.....	15
3.2 SOLUÇÃO DE RASTREABILIDADE.....	15
3.3 TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO	18
3.3.1 Código de Barras	18
3.3.2 RFID	18
3.3.3 Micro-percussão (punção)	19
3.3.4 Riscagem	20
3.3.5 Laser	20
3.3.6 Data Matrix.....	21
3.3.7 Comparativo entre Tecnologias de Identificação	22
3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS	22
3.5 APLICABILIDADE DE RASTREABILIDADE	23
3.5.1 Macro mapeamento do processo	23
3.5.2 Identificação das necessidades do Departamento.....	25
3.5.3 Definição da estrutura da solução de rastreabilidade	25
3.5.4 Revisão do macro processo para contemplar rastreabilidade.....	26
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Em um mercado cada vez mais globalizado, onde a alta competitividade e as grandes exigências quanto à qualidade, confiabilidade e a transparência dos produtos e serviços oferecidos, os sistemas automáticos de rastreamento da cadeia produtiva se tornaram uma tendência global. Inúmeras empresas estão adotando soluções de rastreabilidade para aperfeiçoar sua produtividade e procurar estar à frente dos concorrentes. O setor metal mecânico, que ocupa um papel de destaque na economia nacional e internacional, não poderia ficar de fora dessa tendência.

Envolto neste cenário globalizado, o setor metal mecânico possui empresas de evidência nacional e internacional que estimulam o crescimento econômico de Santa Catarina. De acordo com a FIESC (2015), em 2014, no estado existiam cerca de 3.995 mil indústrias nesse setor, empregando mais de 56 mil trabalhadores. Ainda, segundo a FIESC, o setor foi responsável por 2,9% das exportações do estado em 2014, equivalente a cerca de US\$ 263 milhões e 10,7% do Valor de Transformação Industrial em 2013. Na procura por vantagem competitiva, uma solução de rastreabilidade aplicada para identificar, monitorar, garantir e controlar a produção poderá proporcionar o assim, um diferencial no mercado.

Segundo Kloster (2003), as indústrias são motivadas a mostrar aos clientes e usuários que possuem produtos de qualidade e com determinadas características. Para tanto, dispõem de alguns meios: rastreabilidade, certificação, declaração da conformidade, inspeção e ensaios, dentre outros. Estes meios asseguram ao usuário ou cliente final maior segurança em relação à compra. Uma solução de rastreabilidade está totalmente alinhada aos programas de qualidade total, sendo parte importante no atendimento das normas de qualidade. Rastreabilidade, Segundo a ISO 9000:2015, é a capacidade de rastrear o histórico, aplicação ou localização de um objeto. Considerando um produto ou um serviço, rastreabilidade pode se referir à:

- Origem dos materiais e partes;
- Histórico do processamento;
- Distribuição e localização do produto ou serviço após a entrega.

Uma solução de rastreabilidade permite identificar a origem do produto desde o fornecedor dos componentes primários até o consumidor final, podendo ter sido, ou não, processado ou transformado. Ainda segundo Kloster (2003), ela representa uma maior segurança para os clientes, já que a identificação de um produto, através de um código de

rastreabilidade, é unívoca, garantindo que o mesmo passou por todas as etapas dos processos, teve todos os componentes agregados e todos os testes realizados antes de chegar a sua mão.

Para Feigenbaum (1994), uma solução de rastreabilidade simula uma técnica de qualidade que abrange a elaboração de documentação e do histórico de fabricação e distribuição de produtos. Por isso, durante o processo de fabricação, a rastreabilidade permite acompanhar o andamento da produção, através da leitura do código de identificação do produto em determinados postos de trabalho, fornecendo, assim, informações sobre o ciclo de vida do produto e dos componentes que foram utilizados no mesmo. Com essas informações, dentre outras coisas, podem-se emitir alertas sobre problemas com determinados produtos (recall), levantar informações para melhorias no processo produtivo e geração de indicadores. Além disso, a venda e envio de produtos para todas as partes do mundo, faz com que seja preciso informações mais detalhadas da origem do mesmo.

O principal objetivo deste trabalho é apresentar aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade na cadeia produtiva de uma indústria metal mecânica, bem como listar as principais necessidades dos clientes, funcionalidades, tecnologias de identificação dos produtos e benefícios com a adoção desse tipo de solução. A motivação principal para o desenvolvimento do mesmo é a experiência profissional adquirida durante mais de 10 anos de trabalho com solução de rastreabilidade no setor eletrônico e as atuais exigências de clientes do setor metal mecânico. Setor, esse, que ainda apresenta deficiência no sistema de rastreabilidade.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como parte do presente trabalho utilizou-se de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, utilizando-se do método de estudo de caso através da técnica de observação não participante e analisando-se os resultados com abordagem qualitativa.

Com o propósito de melhor compreender um problema, Malhotra (2012), garante que a pesquisa exploratória com abordagem qualitativa é altamente flexível e visa conseguir informações para buscar um levantamento que apresente máxima compreensão do que está sendo analisado.

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 desse artigo 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.

Para aperfeiçoar o entendimento acerca do assunto e assim poder realizar o estudo da aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade, bem como 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.

Para a confecção do presente artigo foram pesquisados trabalhos de conclusão, relatos de experiências e artigos publicados em periódicos acadêmicos, sendo os mesmos confrontados com a experiência profissional do autor na implementação de solução de rastreabilidade.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS

A pesquisa exploratória possibilitou, para a empresa estudada e para autor desse artigo, identificar melhor as necessidades dos clientes, que, dentre outras exigências, estão também exigindo rastreabilidade de seus fornecedores. Este trabalho oportunizou ainda visualizar algumas restrições e oportunidades a serem trabalhadas na implantação de uma solução de rastreabilidade.

Necessidade	Referência à ISO	Importância	Benefício Pretendido pelo cliente
Rastreabilidade da matéria-prima	Origem dos materiais e partes	Alto	Informação mais pedida através de certificados. Às vezes o fornecedor da matéria-prima deve ser a empresa A ou B.
Rastreabilidade dos componentes	Origem dos materiais e partes	Médio	Possibilidade de rastrear onde determinado componente foi montado/ utilizado. Evitar possíveis fraudes ou manipulação indevida do produto. Avaliar internamento a qualidade operacional e método.
Avaliação de qualidade por reclamações	Origem dos materiais e partes	Médio	Deve ser possível avaliar produtos similares fabricados antes ou depois do produto que teve reclamação registrada.
Registro de passagem nos postos/ centros de trabalho	Histórico do processamento	Médio	Possibilidade de registrar por quando e por onde determinado produto passou durante o processo de fabricação do mesmo. Avaliar internamento a qualidade operacional e método.
Registro de ensaio/ teste	Histórico do processamento	Alto	É comum os clientes solicitarem ensaios/ testes específicos, como, por exemplo, ensaio de líquidos penetrantes, Raio X, etc.
Relatórios de conformidade	Histórico do processamento	Médio	Precisamos comprovar que o produto foi testado com instrumentos adequados e com colaboradores capacitados. Em alguns casos, são enviados dados da metrologia e dos TLT dos colaboradores.
Avaliação de qualidade por reclamações	Histórico do processamento	Médio	Deve ser possível avaliar produtos similares fabricados antes ou depois do produto que teve reclamação registrada.
Agilidade em <i>recall</i>	Distribuição e localização do produto ou serviço após a entrega	Alto	Agilidade em recall por se tratar de risco de morte em caso de mau funcionamento de um produto.

Quadro 1 – Necessidades dos clientes da empresa estudada nesse trabalho

Fonte: Autoria própria.

Em conformidade com o que a ISO 9000:2015 conceitua, o resultado da pesquisa é mostrado no Quadro 1, onde podemos visualizar as necessidades e seu grau de importância, com base na experiência do autor.

Tão importante quanto à pesquisa, às literaturas observadas e a experiência profissional do autor puderam gerar um vasto conhecimento que permitiu visualizar a aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade. Para tanto, pode-se concluir sobre uma solução:

3.1 TIPOS DE RASTREABILIDADE

Conforme Green & Hy (2003, p. 5, apud FZ AGROGESTÃO, 2013, p. 11), uma solução de rastreabilidade pode ser dividida em dois principais tipos:

Rastreabilidade Logística: possibilita encontrar a localização dos produtos em qualquer ponto da cadeia de fabricação e fornecimento, em caso de necessidade de retirada de determinado produto. Permite um acompanhamento **quantitativo** dos produtos para localizá-los e determinar sua origem e destino.

Rastreabilidade do Produto: possibilita encontrar a origem e as características do produto em todas as etapas da cadeia produtiva. Permite um acompanhamento **qualitativo** dos produtos, visando encontrar causas de eventuais problemas, seja a montante ou a jusante;

3.2 SOLUÇÃO DE RASTREABILIDADE

Uma solução de rastreabilidade pode ser dividida em:

- **Software:** sistema propriamente dito, com as regras de negócio, de validação e armazenamento, telas de consulta, etc.;
- **Tecnologia de Identificação:** definição das tecnologias de identificação dos produtos a serem rastreados;
- **Captura automática de dados:** capacidade de coletar dados de forma automática ou permitir ao operador efetuar os registros necessários;
- **Hardware:** estruturação dos servidores e redes, impressoras de etiquetas, equipamentos de identificação, leitores e terminais fixos/ móveis, balanças e outros dispositivos, etc.;

A solução deve disponibilizar informações, de forma contínua, associadas ao respectivo fluxo físico de determinado produto, permitindo que os operadores conheçam o histórico

completo do mesmo. Localizar e permitir recolher um produto do mercado mais rapidamente e com menor custo possível, reduzindo riscos ao meio e as pessoas é importante para que uma solução de rastreabilidade tenha sucesso. Com base nisso, pode-se afirmar que a solução deve disponibilizar as seguintes funcionalidades:

- **Rastreabilidade Interna:** deve permitir vincular a matéria-prima que entra na empresa com os produtos que saem da mesma. Tem por objetivo verificar os tipos e sequencia de atividades pelos quais o produto passou (o que foi feito, quando, onde e por quem), identificando lote/número de série, operador, centro de trabalho/ linha de produção/ posto de trabalho, data e hora de passagem no posto, parâmetros de processamento (temperatura, pressão, umidade, etc.). Permite ainda verificar mudanças no processo de fabricação, transferências de local, componentes adicionados, origem, destino e suas respectivas datas. A Figura 7 demonstra um exemplo de rastreabilidade do histórico de fabricação de um produto no sistema INLINE, utilizado em outra empresa do mesmo grupo da empresa estudada nesse artigo.

Rastrear Número de Série									
Número Série		Ordem de Produção							
Número de Série		1028267039							
Descrição									
Cod. Modelo:	11575776	OP:	15041104747930	Revisão:	0	Análise/Reparo Pendente:	Não		
Desc. Modelo:	INVERSOR CFW500A09P6T2NB20	Versão:	0	Bloqueado via HEXCLUIR:	Não				
Comentário:	0							Sucateado:	Não
Localização									
Etapa	Posto	Turno	Data	Hora	Operador	Coordenador	Versão		
4010191 4010191 F25 - TF MULTIDRIVE 1 - 0040	T. Funcional (273A)	Turno 2	04/05/2015	16:33:26	ANGELA HORDNGOSO				
4010422 4010422 LINHA PRODUTOS P3 - 0030	Posto 1 (174A)	Turno 2	04/05/2015	17:18:42	JULIANA S D DE OLIVEIRA				
4010422 4010422 LINHA PRODUTOS P3 - 0030	Posto 2 (181A)	Turno 2	04/05/2015	17:21:26	JULIANA S D DE OLIVEIRA				
4010422 4010422 LINHA PRODUTOS P3 - 0030	Posto 3 (161A)	Turno 2	04/05/2015	17:26:35	Ivonete R de M Bitencourt				
4010530 4010530 N00 - FECHAMENTO FINAL - 0050	T. Carga B (271B)	Turno 2	04/05/2015	20:11:35	DARCISIO SEIDEL				
4010230 4010230 MONT FINAL - 0055	Mont Final(191A)	Turno 2	04/05/2015	20:44:23	Elieszer de lima				
4010220 4010220 M53 A - PARAM FINAL - 0065	Parametriz (182A)	Turno 2	04/05/2015	20:57:18	Thiago de Azevedo Pedroso				
4010220 4010220 M53 A - PARAM FINAL - 0065	Parametriz (267A)	Turno 2	04/05/2015	20:57:38	Thiago de Azevedo Pedroso				
4010280 4010280 M59 - EMB PROD MÉD A - 0070	Emb. Final (194A)	Turno 2	04/05/2015	21:47:38	SOLIVAN DE MATTOS				
Principais partes do conjunto									
Composição Atual									
Número Série	Código	Descrição	Revisão	Versão	Comentário	Data	Hora	BC.Parte Completo	
1028267867	11494496	CJ MANUAL CFW500 ES/IN/PT	0	0		04/05/2015	21:47:38		
1028241839	12445807	MODULO EXPANSOR I/O A/D IQS500 CFW50X	0	0		04/05/2015	20:44:27		
1028070484	12445390	CARTAO ELETRONICO HMI500A.00	0	0		04/05/2015	17:21:31		
1028087652	12431812	CARTAO ELETRONICO CC500A.00	0	0		04/05/2015	17:21:29		
1028172913	11389913	CARTAO ELETRONICO P500A21.02	0	0		04/05/2015	17:18:54		
1145587301	11455873	VENTILADOR DRIVE 24Vcc 80mm				04/05/2015	17:18:44		

Figura 1 – Histórico do produto no sistema INLINE

Fonte: WEG (2016)

- **Rastreabilidade a Montante:** capacidade de conhecer a origem do produto em qualquer ponto do seu processo de fabricação, transformação e expedição. Deve ser possível obter, de forma fácil e rápida, informações associadas ao processo de fabricação e/ou venda do produto

até as matérias-primas utilizadas, identificando o fornecedor da matéria-prima, a data de recebimento, o número do lote, quantidade, etc.

- **Rastreabilidade a Jusante:** detectar o que aconteceu ao produto após o envio para os clientes. Deve permitir saber a quem foi distribuído o produto, identificando cliente, data de expedição, ordem de venda, produto, lote, quantidade, etc.

A Figura 8 demonstra um exemplo de rastreabilidade do histórico de fabricação e expedição de um produto no ERP SAP.

Histórico nº série							
Material	11575776	Texto breve material	INVERSOR CFW500A09P6T2NB20				
Nº de série	1028267039						
Equipamento	1028267039	Denominação objeto					
Histórico nºs de série							
	20.07.2016	300363060	IF	20.07.2016 (C)F2	- Aprovado	- 12/07/16	- F
	16.06.2016	291074648	ZSRE	16.06.2016 TA2	- Aprovado	- 12/07/16	- F
	05.05.2015	4963743716	2015	0001 WL	601 1320	FA01 H	
	05.05.2015	86086775	000010	781061	J	601	2
	04.05.2015	5016606608	2015	0001 WE	101 1320	FA01 S	
	30.04.2015	1104747930	0001	ZMS1	1320		2

Figura 2 – Histórico do produto no ERP SAP
Fonte: WEG (2016)

- **Rastreabilidade de Ensaios/ Testes:** registrar todos os ensaios e testes realizados no produto durante o processo de fabricação do mesmo. Deve ser possível visualizar os tipos de ensaios e testes realizados (teste que foi feito, quando, onde e por quem), identificando número de série, operador, centro de trabalho, data e hora do ensaio/ teste, resultados obtidos. A Figura 9 demonstra um exemplo de rastreabilidade dos ensaios e testes de um produto no sistema ENSAIOS WEG.

Item de Ensaio				
Empresa:	1100 - Motores industriais da carcaça 63 a 400 (IEC) e Geradores			
Serial:	1034050535	Q Buscar	Cancelar	
Material:	113757479	Q	MOTOR [REDACTED]	
Cliente:		Q		
Tipo:	Produto	Data Criação:	28/10/2016 13:07:04	
Data Montagem:	28/10/2016	Estator Bobinado:	13758549	
Ordem de Produção:	1108385653	Ordem de Compra:		
Folha de Dados:	143970	Ano Folha de Dados:	2016	
Ordem de Venda:		Item:		
Material do Cliente:				
<input type="button" value="Salvar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Excluir"/> <input type="button" value="Recarregar do SAP"/> <input checked="" type="checkbox"/> Dados de Projeto				
Ensaios				
Status	Módulo	Data de Criação	Norma de Avaliação	
Ensaio Mecânico		09/11/2016 09:36:53	Ensaio Dimensional / Pintura	
Motores Trifásicos		01/10/2016 08:28:57	Ensaio de Ruído	
Motores Trifásicos		31/10/2016 13:13:23	Repetição de Ensaio	
Motores Trifásicos		29/10/2016 05:39:30	Ensaio de Tipo em Motores de Indução Trifásicos	
Ensaio Mecânico		28/10/2016 16:52:52	Ensaio Dimensional / Pintura	
CTM		28/10/2016 13:04:39	28/10/2016 05:39:30	

Figura 3 – Histórico de testes/ ensaios no Sistema ENSAIOS WEG
Fonte: WEG (2016)

3.3 TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO

Segundo Bento (2009), as tecnologias de identificação utilizadas pelo mercado não seguem um único padrão. A empresa estudada possui diversos requisitos quanto ao tipo e à qualidade da informação necessária na rastreabilidade e, por isso, não conseguiria aplicar apenas um modelo de tecnologia para rastrear seus produtos e componentes.

As principais tecnologias disponíveis para rastrear um produto ou componente durante sua fabricação são:

3.3.1 Código de Barras

O código de barras pode ser utilizado para melhorar a qualidade da informação e a velocidade do envio dos dados. Sua utilização se dá ao longo de todo o processo de negócios (BULZONI e FEE, 1994) e até mesmo no envio para o cliente final. Esta tecnologia é a mais conhecida e visível, muito por causa do seu uso na gestão de inventários e depósito, em supermercados e outros, principalmente do setor varejista. A identificação dos produtos e componentes por código de barras gera uma maior possibilidade de controle, pois se pode registrar o histórico das operações em que os mesmos passam durante sua produção, facilitando assim a sua rastreabilidade. A Figura 4 mostra um exemplo de código de barras EAN-13, com 13 dígitos, muito comum no comércio varejista.



Figura 4 – Código de Barras EAN-13
Fonte: GS1 BRASIL, (2001).

3.3.2 RFID

RFID (*Radio Frequency Identification*) é uma denominação genérica para as tecnologias que empregam o uso da rádio frequência para captura de dados em alta velocidade. É considerada uma tecnologia de identificação automática através de sinais de rádio, capturando e registrando dados remotamente através de um pequeno objeto fixado no produto ou

componente, chamada de *tag* RFID. Essa *tag* é composta por um circuito integrado e uma antena para receber e transmitir o sinal. Essa tecnologia mostrar-se como uma solução ótima para processos de manufatura dos produtos e componentes, mesmo estes em movimento. A Figura 5 exemplifica o funcionamento da tecnologia RFID.

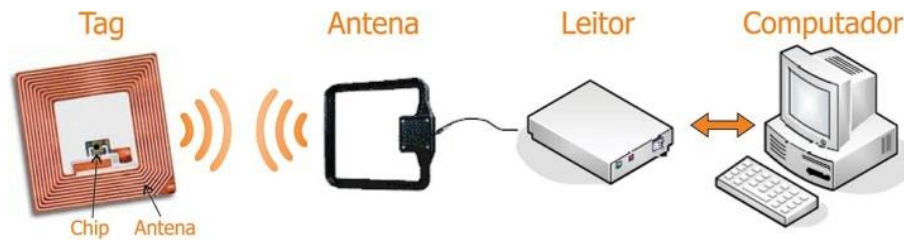


Figura 5 – Funcionamento da tecnologia RFID
Fonte: HERRTECH (2016).

A *tag* adentra o campo da rádio frequência, procurando o sinal que energiza a mesma. Esta, por sua vez, envia o seu código para a leitora, que o captura, enviando em seguida para o computador que executa determinada ação.

RFID é uma tecnologia disruptiva, ou seja, uma tecnologia com facilidade de avançar mais rapidamente que as outras existentes de mercado, tendo a capacidade de modificar a forma como os processos são executados atualmente.

3.3.3 Micro-percussão (punção)

Tecnologia inventada em 1981, a gravação por micro-percussão está baseada na deformação do material com auxílio de um equipamento vibratório. Esta tecnologia, independente de quão espessa é peça identificada, não gera tensões de ruptura ou retirada de material, podendo ser este plástico ou metal, sendo possível marcar peças planas, irregulares ou arredondadas. Tecnologia robusta e ratificada, a micro-percussão é uma solução econômica e sem consumíveis.

Por isso, este método de gravação pode ser empregado em vários segmentos da indústria, uma vez que a marcação fica permanente e resistente a ambientes hostis, contendo temperaturas elevadas, fumaça, poeira e outros. A Figura 6 mostra um exemplo de gravação por micro-percussão (punção).



Figura 6 – Gravação por micro-percussão (punção)
Fonte: TECHNIFOR (2016)

3.3.4 Riscagem

A gravação por riscagem produz uma marcação permanente, direto no material do produto identificado, desde o plástico até o aço mais duro, podendo ser gravado logotipos, texto, data e outros. O punção, que é uma ponta de carboneto ou diamante, penetra no material, riscando a superfície do produto e executando a marcação. Trata-se de procedimento muito silencioso, sendo uma solução de rastreabilidade para materiais de forte ressonância (peças ocas como tubos, chapas, etc.). A figura 7 é um exemplo desse método de gravação.

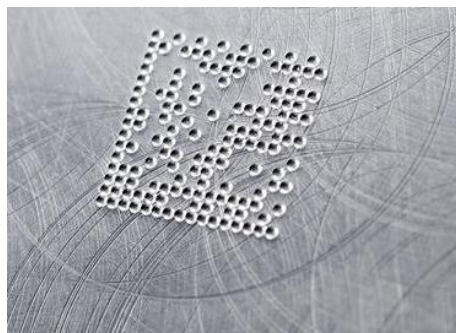


Figura 7 – Gravação por riscagem
Fonte: TECHNIFOR (2016).

3.3.5 Laser

A marcação e a gravação laser atuam por ablação ou por modificação do estado da superfície da matéria. Essa tecnologia pode ser aplicada em vários tipos de materiais, do plástico ao aço, sendo este elemento eletrônico ou não, oferecendo alta confiabilidade e qualidade em

quase tipos de todos os materiais, permitindo uma identificação rápida, precisa e legível. Vários segmentos de indústrias utilizam essa tecnologia, como, por exemplo, eletrônica, aeronáutica, mecânica.

A marcação a laser permite uma marcação em alta velocidade sem contato com o material e em superfícies pequenas, funcionando em quase todas as condições. A Figura 8 demonstra a marcação por laser.



Figura 8 – Gravação por laser
Fonte: TECHNIFOR (2016).

3.3.6 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 9 demonstra um código *Data Matrix*.



Figura 9 – Código *Data Matrix*
Fonte: GS1 BRASIL (2016).

3.3.7 Comparativo entre Tecnologias de Identificação

Como a empresa estudada possui processos diversos, com requisitos distintos, e cada tecnologia apresentada possui suas características próprias. Por isso, faz-se necessário comparar as tecnologias entre si para melhor ver qual utilizada em cada processo. O Quadro 2 apresenta uma síntese das principais características de cada tecnologia.

Observando no quadro 2, podemos destacar as tecnologias RFID, *Data Matrix* e o Código de Barras. Comparando essas tecnologias, o RFID o Data Matrix mostra-se superior em algumas características como a resistência mecânica, vida útil, dados armazenados e segurança, destacando ainda RFID na reutilização e leitura simultânea. Tratando-se de custo inicial o código de barras tem custo mais baixo.

Característica	RFID	<i>Data Matrix</i>	Laser	Riscagem	Punção	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Relevo	Variados	Relevo	Relevo	Etiqueta
Exige contato visual	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Vida útil	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Possibilidade de escrita	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Leitura simultânea	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Dados armazenados	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Funções adicionais	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Segurança	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Custo inicial	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
Custo de manutenção	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Quadro 2 – Comparativo das tecnologias de rastreabilidade

Fonte: Adaptado de NARCISO (2008).

3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A adoção e implantação de uma solução de rastreabilidade no processo de fabricação de uma empresa do setor metal mecânico podem prover algumas vantagens:

- Identificar e localizar dos produtos ao longo da cadeia produtiva e fornecimento, provendo acuracidade e precisa das informações;
- Garantia de maior qualidade dos produtos e processos;

- Redução de custos, proporcionada pelo aumento da eficiência dos processos, redução de perdas e desperdícios;
- Agilizar a retirada do mercado de produtos com defeitos (*recall*);
- Responder rapidamente as solicitações de informações sobre processo de fabricação e ensaios/ testes aos clientes, gerando transferência e ganhando confiança dos mesmos;
- Atendimento das exigências de clientes de determinados segmentos de mercado;

Dentre as principais desvantagens que podem ser citadas na adoção e implantação de uma solução de rastreabilidade temos:

- Investimento inicial, pois apesar do investimento possivelmente ser compensado no futuro, o mesmo ainda é restritivo em alguns casos;
- Comprometimento de todas as pessoas envolvidas direta e indiretamente;
- Variação entre necessidades de determinados segmentos podem dificultar na elaboração de uma solução única de rastreabilidade;

3.5 APLICABILIDADE DE RASTREABILIDADE

Para comprovar a aplicabilidade de uma solução de rastreabilidade na cadeia produtiva foi realizado um anteprojeto no processo de recebimento e corte de bobinas de aço do Departamento de Estamparia da empresa estudada nesse trabalho. Esse anteprojeto foi composto de:

- Macro mapeamento do processo;
- Identificação das necessidades do Departamento;
- Definição da estrutura da solução de rastreabilidade;
- Revisão processo para contemplar rastreabilidade;

3.5.1 Macro mapeamento do processo

A figura 10 mostra, de forma macro, o processo de recebimento e corte de bobinas de aço do Departamento de Estamparia, onde, puderam-se observar os seguintes aspectos do processo:

- No subprocesso “Receber, registrar e armazenar bobina”, a bobina de aço retirada da carreta e registrada em um arquivo EXCEL, onde, o responsável pela atividade anota

informações como código do material, fornecedor, data do recebimento, peso da bobina, tipo do aço, número da nota fiscal e número da corrida do fornecedor - informação importantíssima para futura reclamação junto ao fornecedor;

- No subprocesso “Planejar manualmente corte da bobina”, um colaborador da área produtiva é responsável por planejar quais, quantas e como as bobinas serão cortadas. Para realizar esse planejamento de corte, é utilizado um relatório do ERP da empresa com a necessidade de tiras (*blanks*) que as prensas precisarão no dia. O planejamento não utiliza nenhum sistema, software ou aplicação para auxiliar a otimizar o plano de corte da bobina. O responsável define quais tiras (*blanks*) serão produzidas a partir do corte de cada bobina, quanto de refila será gerado, tudo baseado na experiência;

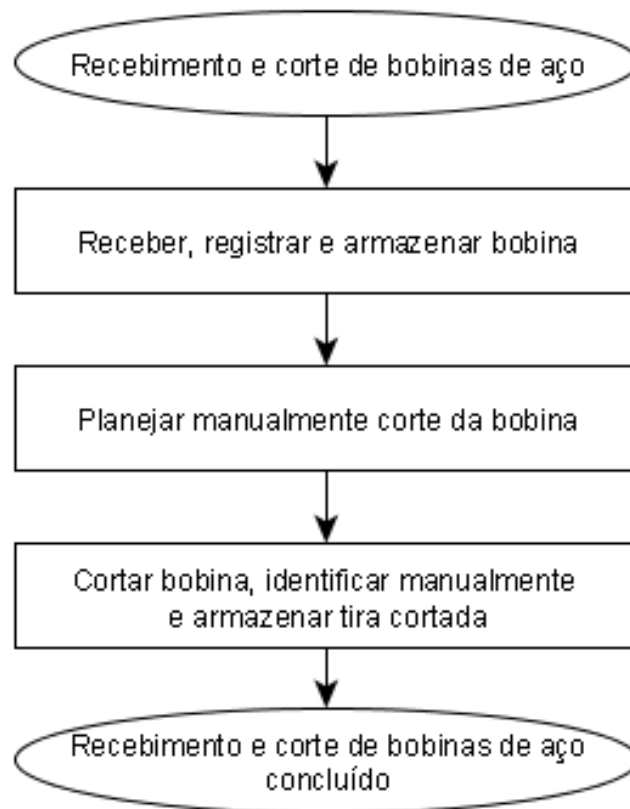


Figura 10 – Macro processo de recebimento e corte de bobinas de aço atual
Fonte: Autoria própria.

- No subprocesso “Cortar bobina, identificar manualmente e armazenar tira cortada”, a bobina é cortada em tiras (*blanks*) conforme o plano de corte gerado na atividade anterior, sendo as mesmas registradas em outro arquivo EXCEL, onde são anotadas informações como código do material, data de produção, peso da tira (*blank*), tipo de aço, etc. Além disso, é gerada,

manualmente, uma etiqueta com algumas dessas informações e que será utilizada para identificar a respectiva tira (blank) no estoque. Contudo, perde-se aqui, o vínculo entre a bobina e tira (blank) produzida. Ou seja, se consegue saber o número da corrida do fornecedor ou mesmo de qual fornecedor o material foi adquirido. Posteriormente, a tira (blank) produzida é armazenada na respectiva área, já com a devida etiqueta de identificação, até sua utilização e um novo processo;

3.5.2 Identificação das necessidades do Departamento

Com a realização do macro mapeamento do processo de recebimento e corte de bobinas de aço pode-se identificar algumas necessidades do Departamento de Estamparia em relação à rastreabilidade e que vão bem de encontro ao resultado da pesquisa realizada e que pode ser visto no quadro 1 desse trabalho. As principais necessidades relacionadas à rastreabilidade que foram identificadas no processo são:

- **Recebimento automático de matéria-prima:** receber de forma automática as bobinas através de leitura da nota fiscal, com utilização de leitor de código de barras;
- **Identificação da matéria-prima:** identificar, através de etiqueta com *Data Matrix* toda a bobina recebida, disponibilizando informações na respectiva etiqueta como código da bobina, código do material, peso, tipo de aço, etc.;
- **Rastreabilidade da matéria-prima:** rastrear a origem da bobina, desde seu fornecedor, podendo obter facilmente o número da corrida do fornecedor;
- **Rastreabilidade dos componentes:** rastrear onde determinada bobina foi utilizada depois do seu corte e da fabricação das tiras (*blanks*);
- **Identificação do produto produzido:** identificar, através de etiqueta com *Data Matrix* toda a tira (*blank*) produzida através do corte da bobina, disponibilizando informações na respectiva etiqueta como código da tira, código do material, peso, tipo de aço, código da bobina, etc.;

Nota-se na identificação das necessidades que os tipos de rastreabilidade mencionados por Green & Hy (2003, p. 5, apud FZ AGROGESTÃO, 2013, p. 11) ficam evidentes como requisitos de uma solução de rastreabilidade.

3.5.3 Definição da estrutura da solução de rastreabilidade

A estrutura da solução de rastreabilidade deverá ser composta por:

- **Software:** desenvolvimento de transações específicas no próprio ERP da empresa para realizar o recebimento e registro das bobinas, planejamento automático do corte, identificação das tiras (*blanks*) e impressão das etiquetas de identificação. Além de desenvolver relatórios para extração e rastreabilidade das informações registradas;
- **Tecnologia de Identificação:** utilização do *Data Matrix* como tecnologia de identificação das bobinas e tiras (*blanks*), por ser uma tecnologia utilizada em larga escala, de custo baixo, de fácil implantação, operacionalização e por possibilitar disponibilizar uma grande quantidade de informações em seu código de barras matricial;
- **Hardware:** utilização do próprio servidor ERP da empresa; aquisição de impressora Zebra para geração das etiquetas de identificação, leitor de código de barras 2D para leitura automática das respectivas etiquetas, balança para pesagem das tiras (*blanks*) produzidos;

3.5.4 Revisão do macro processo para contemplar rastreabilidade

Revisando o macro processo atual para atender as necessidades do Departamento de Estamparia teremos:

- No subprocesso “Receber, identificar e armazenar bobina”, a bobina de aço continua sendo retirada da carreta, registrada em uma transação desenvolvida no ERP através da leitura da nota fiscal. Além de registrar as diversas informações importantes da bobina e gerar um código unívoco de identificação, automaticamente, seriam geradas etiquetas de identificação com código *Data Matrix* que o responsável pela atividade deverá colar na mesma. Todas as informações importantes, incluindo o número da corrida do fornecedor estariam armazenadas no ERP da empresa, estando disponíveis para consulta em tempo real, possibilitando rastrear a original da matéria-prima;

- No subprocesso “Planejar automaticamente corte da bobina” o próprio ERP, através de transações desenvolvidas, passaria a planejar o corte de bobina, de acordo com a necessidade de tiras (*blanks*) que as prensas precisarão para determinado tempo, e obedecendo a um conjunto de regras, visando obter um plano de corte mais otimizado possível;

- No subprocesso “Cortar bobina, identificar automaticamente e armazenar tira cortada” após o corte da bobina, seriam registrados automaticamente em uma transação desenvolvida no ERP todas as tiras (*blanks*) produzidas, registrando diversas informações importantes, incluindo o código unívoco de identificação da bobina utilizada no corte, provendo assim rastreabilidade entre a tira (*blank*) e sua matéria-prima. Também seria gerado um código unívoco de

identificação para a respectiva tira (*blank*) e, automaticamente, seriam geradas etiquetas de identificação com código *Data Matrix* que o responsável pela atividade deverá colar na mesma. Todas as informações importantes, incluindo código unívoco de identificação da bobina utilizada na produção da tira (*blank*) estariam armazenadas no ERP da empresa, estando disponíveis para consulta em tempo real, possibilitando rastrear a original da matéria-prima;

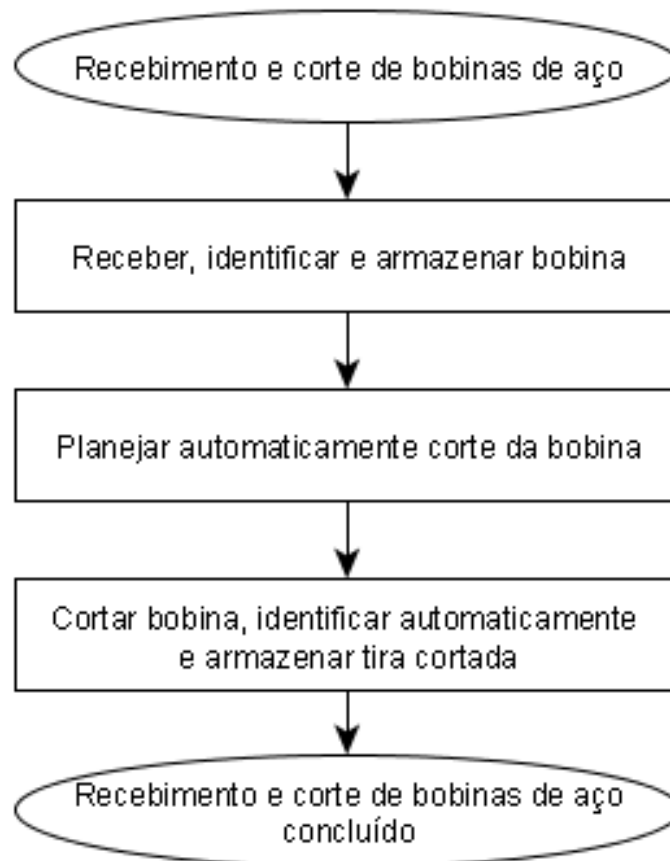


Figura 11 – Macro processo de recebimento e corte de bobinas de aço proposto
Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Rastreabilidade, seja logística ou de produto, é um conjunto de procedimentos que nos permite avaliar a origem, o processo e o estado atual de um produto ao longo da sua cadeia produtiva e de fornecimento. Ela também contribui para a segurança e aumento da confiança dos clientes, uma vez que comprova a capacidade de controle dos produtos, processos e matérias-primas. Com a rastreabilidade, podem-se tomar ações mais rápidas, melhor direcionadas e a menores custos. Clientes de determinados segmentos de mercado passaram a exibir rastreabilidade de seus fornecedores.

Como observado na prática, através de um anteprojeto na cadeia produtiva de uma indústria metal mecânica, uma solução de rastreabilidade é aplicável, pois auxilia a atender as necessidades expostas pelos clientes desse setor como: rastreabilidade da matéria-prima, rastreabilidade dos componentes e registro de passagem nos postos/ centros de trabalho. Obviamente que as necessidades dos clientes vão além das atendidas nesse anteprojeto, já que o registro de ensaio/ teste, relatórios de conformidade, a avaliação de qualidade por reclamações, avaliação de qualidade por reclamações e a agilidade em recall também representam significação preocupação dos mesmos. Por isso, conclui-se que a implantação de uma solução de rastreabilidade é suma importância para competir com o mercado cada vez mais globalizado. Para que sucesso da implantação de rastreabilidade seja conseguido, é importante que se tenha comprometimento de todos os níveis hierárquicos da empresa e que se defina bem o escopo e o nível de detalhamento que se pretende obter.

Percebeu-se também, que existem várias tecnologias para identificação de produto, como código de barras, RFID, micro-percussão (pinção), riscagem, laser e *Data Matrix* e que não é possível indicar uma tecnologia única para ser utilizado em um processo ou empresa, pois o tipo de produto que precisa ser identificado vai influenciar muito na tecnologia a ser adotada. Para o caso observado na prática, sugeriu-se a utilização da tecnologia *Data Matrix*, pelo produto dispor de área de fixação, por ser utilizada em larga escala, possui custo baixo, ser de fácil implantação e operacionalização, além de possibilitar disponibilizar uma grande quantidade de informações em seu código de barras matricial.

Os principais benefícios a serem obtidos com a implantação de uma solução de rastreabilidade são a identificação e localização dos produtos ao longo da cadeia produtiva e fornecimento, fornecendo garantia de maior qualidade dos produtos e processos, redução de custos, perdas e desperdícios, agilidade na retirada do mercado de produtos com defeitos (*recall*). Bem como responder rapidamente as solicitações de informações sobre processo de

fabricação e ensaios/ testes aos clientes, gerando transferência e ganhando confiança dos mesmos e até mesmo atendimento das exigências de clientes de determinados segmentos de mercado.

O desenvolvimento de novos trabalhos sobre este assunto se faz necessário, principalmente para cobrir algumas lacunas não preenchidas com este, além de detalhar alguns temas tratados de modo não tão detalhado:

- Revisão e implantação da solução de rastreabilidade no processo analisado;
- Validação do roteiro de fabricação e lista técnica em tempo real, visando melhor garantia do processo de rastreabilidade.

REFERÊNCIAS

BENTO, A. R. **Uma contribuição para a melhoria de um sistema de rastreabilidade no setor automotivo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia). Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, Curitiba-PR.

BULZONI, W. G.; FEE, R. M. Bar Code applications in the electronics industry, proceedings of the technical program, national electronic packaging and production conference, **NEPCON West**. n. 3, p. 1840–1848, 1994.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da qualidade total**. São Paulo-SP: Makron Books, 1994.

FIESC. **Santa Catarina em dados**. Disponível em:

<http://fiesc.com.br/sites/default/files/medias/sc_em_dados_site_correto.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.

FZ AGROGESTÃO. **Rastreabilidade na indústria alimentar**. Disponível em:

<http://agrogestao.com/ficheiros/Workshop%20Rastreabilidade_Q.Staff.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2016.

GREEN, R.; HY, M. **Securite alimentaire et traçabilité**. Cahier du LORIAS n° 2003-01, Janeiro 2003.

GS1 BRASIL: **Associação brasileira de automação**. Responsável legal pelo Sistema de Codificação Nacional de Produtos. Apresenta informações sobre o uso do código de barras no Brasil, legislação e padrões. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/codigos-e-padroes/codigo-de-barras/ean-upc>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

HERRTECH. **Soluções RFID**. Disponível em: < <http://www.herrtech.com.br/blank>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

ISO 9000:2015: International organization for standardization. **Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary**. Genebra-Suíça, 2015.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2012.

KLOSTER, N. J. A. **O aprendizado na implantação de um sistema para avaliação da conformidade e certificação de produtos: um estudo de caso**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

NARCISO, M. G. Aplicação da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para controle de bens patrimoniais pela web. **Global Science and Technology**. v.01, n.01, pp. 50-59, 2008.

TECHNIFOR. **Máquinas e sistemas para marcação e gravação de peças**. Disponível em <<http://www.technifor.com.br/>>. Acesso em: 01 dez. 2016.