



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA UMA SIDERÚRGICA: Análise dos
impactos da implementação da tecnologia RFID na prevenção de acidentes ocasionados
por empilhadeiras**

LORENA COTTA MAGALHÃES CASSINI SILVA

JOÃO MONLEVADE

Julho, 2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



LORENA COTTA MAGALHÃES CASSINI SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA UMA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DOS
IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NA PREVENÇÃO DE
ACIDENTES OCASIONADOS POR EMPILHADEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Isabela Carvalho de Morais

João Monlevade

Julho, 2019

S586c Silva, Lorena Cotta Magalhães Cassini .
Contribuições da indústria 4.0 para uma siderúrgica [manuscrito]: análise dos impactos da implementação da tecnologia RFID na prevenção de acidentes ocasionados por empilhadeiras. / Lorena Cotta Magalhães Cassini Silva. - 2019.

58f.: il.: color; tabs.

Orientadora: Profª. Drª. Isabela Carvalho de Moraes.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Almosarifados. 2. Empilhadeiras. 3. Ergonomia - Trabalho. 4. Sistemas de identificação por radiofrequência. 5. Segurança do Trabalho. I. Moraes, Isabela Carvalho de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



ATA DE DEFESA

Aos 12 dias do mês de Julho de 2019, às 17 horas, na sala H203 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pela aluna Lorena Cotta Magalhães Cassini Silva, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Gilbert Cardoso Bouyer e Sérgio Evangelista Silva.

A aluna apresentou o trabalho intitulado: Contribuições da indústria 4.0 para uma siderúrgica: análise dos impactos da implementação da tecnologia RFID na prevenção de acidentes ocasionados por empilhadeiras. A comissão examinadora deliberou, pela:

Aprovação

Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções:

Reprovação com Ressalva - Prazo para marcação da nova banca:

Reprovação

da aluna, com a nota 9,0. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP 04/2017 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pela aluna.

João Monlevade, 12 de Julho de 2019.

Prof. Orientadora – Isabela Carvalho de Moraes

Prof. Gilbert Cardoso Bouyer

Prof. Sérgio Evangelista Silva

Aluna - Lorena Cotta Magalhães Cassini Silva



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA UMA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DOS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES OCACIONADOS POR EMPILHADEIRAS**” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 12 de Julho de 2019

Lorena Cotta Magalhães Cassini Silva

Lorena Cotta Magalhães Cassini Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais Lucrécia e Ronaldo e todos meus familiares por serem meu amparo e sempre terem incentivado meu crescimento profissional e pessoal. Além disso, por tudo que me proporcionaram para que pudesse ter um estudo de qualidade e seguir meus sonhos para me tornar Engenheira.

A todos os colaboradores da siderúrgica que pude realizar meu estágio profissional, por me auxiliarem na elaboração deste trabalho e por todo compartilhamento de conhecimento e experiências.

Por fim, à professora Isabela por me orientar e ter sido uma excelente referência de profissional em todos os anos de graduação na universidade. Sou grata por todos os conhecimentos compartilhados e por todo apoio na realização deste trabalho.

RESUMO

O trabalho em indústrias siderúrgicas é característico pela produtividade demandada e eficiência das atividades realizadas pelo homem. Com a presença de equipamentos, as atividades tornam-se mais complexas e passíveis ao erro, e riscos são comuns na rotina dos colaboradores inseridos no ambiente. Em almoxarifados não é diferente: o intenso fluxo de pessoas, materiais, veículos e equipamentos envolve riscos no processo, e as empresas devem sempre buscar novas alternativas a fim de assegurar aos seus funcionários condições favoráveis de trabalho e um ambiente protecionista. Neste contexto, o presente estudo buscou relacionar conceitos ligados à indústria 4.0 e segurança do trabalho a fim de analisar como as megatendências desta nova era (como o RFID) podem impactar no aumento da segurança ao ser implantada em operações que envolvem empilhadeiras no almoxarifado de uma siderúrgica. Através da utilização de metodologias que possibilitassem a análise do cenário e dos impactos que a implantação do RFID causou no almoxarifado de uma siderúrgica, foi possível entender a percepção das pessoas envolvidas na atividade e os pontos positivos e dificuldades encontradas no decorrer do projeto. O RFID, uma das premissas da indústria 4.0 é uma tecnologia emergente que trouxe ganhos ao reduzir a intervenção humana em atividades e proporcionar um ambiente prevencionista.

Palavras chave: Almoxarifado, Empilhadeiras, Análise Ergonômica do Trabalho, RFID, Segurança do Trabalho.

ABSTRACT

The work in steel industries is characteristic of the productivity demanded and efficiency of the activities carried out by the man. With the presence of equipment, activities become more complex and liable to error, and risks are common in the routine of employees inserted in the environment. In warehouses it is no different: the intense flow of people, materials, vehicles and equipment involves risks in the process, and companies must always seek new alternatives in order to assure their employees favorable working conditions and a protectionist environment. In this context, the present study sought to relate concepts related to industry 4.0 and work safety in order to analyze how the megatrends of this new era (such as RFID) can impact the increase in safety when being implemented in operations involving forklifts in the warehouse of a steel industry. Through the use of methodologies that allowed the analysis of the scenario and the impacts that the implantation of RFID caused in the warehouse of a steel mill, it was possible to understand the perception of the people involved in the activity and the positive points and difficulties encountered during the project. RFID, one of the industry's premise 4.0 is an emerging technology that has brought benefits by reducing human intervention in activities and providing a preventive environment.

Keywords: Warehouse, Forklifts, Labor Ergonomic Analysis, RFID, Labor Security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do RFID.....	22
Figura 2 – Representação gráfica da área de Suprimentos	30
Figura 3 – Representação de TAGs do RFID.....	33
Figura 4 – Empilhadeira	34
Figura 5 – Capacete com TAGs	34
Figura 6 – Placas de sinalização nas áreas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orientações para uso de empilhadeiras	31
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AET – Análise Ergonômica do Trabalho

CBO – Classificação Brasileira de Ocupações

CIPA – Comissão Interna de Prevenção a Acidentes

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

EPI – Equipamentos de Proteção Individuais

MPT – Ministério Público Trabalhista

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NR – Norma Regulamentadora

QVT – Qualidade de Vida no Trabalho

RFID – Radio Frequency Identification

SESMT – Segurança e Medicina do Trabalho

SST – Saúde e Segurança do Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivos.....	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Almoxarifado.....	17
2.1.1	Movimentação e manuseio de cargas no Almoxarifado.....	18
2.2	Indústria 4.0.....	19
2.3	Identificação por Rádio Frequência (RFID).....	21
2.4	Segurança do Trabalho.....	23
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	Coleta de dados.....	27
4	DESENVOLVIMENTO.....	29
4.1	Caracterização da empresa estudada.....	29
4.2	Função do Operador de Empilhadeiras.....	30
4.3	Projeto RFID.....	32
5	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	36
5.1	Análise das entrevistas.....	36
5.2	Análise de acidentes com operadores de empilhadeiras.....	36
5.3	Impactos da implementação do RFID no Almoxarifado da Siderúrgica.....	38
5.3.1	Principais dificuldades.....	38
5.3.1.1	<i>Receio à lentidão versus pressão</i>	38
5.3.1.2	<i>Ajustes da tecnologia e relação com fornecedor</i>	40

5.3.1.3	<i>Custos do projeto</i>	42
5.3.2	Impactos positivos da nova tecnologia.....	43
6	DISCUSSÃO DOS DADOS	50
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) tem sido difundida amplamente nos últimos anos, mas sempre foi uma preocupação da raça humana com diferentes nomenclaturas e em outros contextos. Segundo Sato (1999), “a Qualidade de Vida no Trabalho dialoga com noções como motivação, satisfação, saúde-segurança no trabalho, envolvendo discussões mais recentes sobre novas formas de organização do trabalho e novas tecnologias”. Devido à importância que se tem dado à QVT, as organizações têm intensificado suas preocupações com o bem-estar e a satisfação do trabalhador no ambiente em que exercem suas atividades, buscando reformular os modelos de gestão e processos, impactando diretamente na relação entre os funcionários e a empresa.

Em conformidade com o contexto atual de competitividade no mercado, as empresas se deparam com um desafio: os riscos nos quais os trabalhadores estão expostos ao realizarem determinadas atividades. O gerenciamento destes deve ser realizado através de técnicas a fim de prevenir os acidentes, tendo relação direta com a cultura organizacional que sofre variações decorrentes de fatores internos e externos à instituição. Considerando estes aspectos, Lapa e Goes (2011) afirmam ser essencial uma visão ampla e sistemática por parte da empresa, para que seja construído um ambiente prevencionista.

Segundo o Ministério Público Trabalhista (MPT), o Brasil ocupou, em 2018, o quarto lugar no ranking mundial de acidentes laborais, com uma média de 700 mil ocorrências ao ano. Cerca de 20% das ocorrências totais de fatalidades em empresas são representadas por acidentes que envolvem máquinas e equipamentos, o que resulta em danos físicos e psicológicos às vítimas e em custos elevados às organizações e ao Estado; além de comprometer a imagem das organizações perante à sociedade.

No setor industrial, busca-se um bom desempenho quanto à Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para reduzir riscos de acidentes, promover a saúde e satisfação dos funcionários da organização, um grande desafio para as grandes empresas que estão inseridas em um mercado extremamente competitivo cujas demandas exigem alta produtividade e eficiência dos trabalhadores nos processos em que estão envolvidos, como é o caso das siderúrgicas. Lima e Pessoti (2011) caracterizam este mercado como um oligopólio, com pouca rivalidade no setor, mas com uma concorrência que busca explorar ao máximo a

redução de custos através da sua gestão de produção. Segundo Rodrigues (2007), é um mercado maduro que busca constantemente melhorias nos seus processos, e para isso, vem buscando tecnologias que contribuam na realização das atividades.

Nos últimos anos, a tecnologia vem sendo utilizada como uma nova configuração dos ambientes industriais, e quando combinadas de maneira adequadas, proporcionam formas eficientes de comunicação e integração entre máquinas, pessoas e recursos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Conhecida também como Quarta Revolução Industrial, a indústria 4.0 destaca novas propostas de inovação e tecnologia a serem aplicadas em diversas áreas do mercado, a fim de reestruturarem e quebrarem os paradigmas atuais que estão presentes nas operações das fábricas. Considerando tal fato, há muitas oportunidades de mudanças nos processos de empresas tradicionais com o uso de tecnologia, que será empregada nos setores das mesmas com a finalidade de automatizar e otimizar as atividades realizadas na organização. Sendo assim, com foco em melhorias que refletem interna e externamente às companhias (HAHN, 2016).

Para realização desta pesquisa, o ambiente a ser analisado será uma empresa siderúrgica, com processos bem definidos e de caráter tradicional, com foco no setor do Almoarifado, localizado na Gerência de Suprimentos, definido como um espaço físico que tem como principais funções as de receber materiais e armazená-los de maneira adequada até que sejam destinados aos demais elos da cadeia de suprimentos (LOBATO, 2016). Trata-se de um ambiente complexo que envolve o fluxo de pessoas, máquinas e materiais diariamente, e que expõe os trabalhadores a riscos de acidentes.

Há muitos fatores que podem causar acidentes em armazéns, como por exemplo, o atropelamento de pessoas por máquinas móveis - as empilhadeiras -, representando uma significativa parcela de fatalidades ocorridas no setor. Estudos realizados sobre os incidentes ocasionados por este tipo de maquinário utilizado para transporte de cargas e materiais constataram que a maioria das vítimas são trabalhadores que circulam próximos a estes equipamentos, não se restringindo apenas aos operadores (ANTONIO, 2011). Diante deste cenário, é essencial que os trabalhadores estejam inseridos em um ambiente totalmente seguro e que os riscos sejam mapeados a fim de erradicá-los.

No ambiente de estudo para a elaboração deste trabalho, diante de todos os fatores apontados acima e as recorrentes ocorrências e riscos potenciais relacionados às operações que envolviam empilhadeiras, verificou-se a necessidade de busca por soluções para minimização e combate aos riscos associados à operação destes equipamentos. A fim de aumentar a segurança dos trabalhadores e dos demais envolvidos nos ambientes em que há circulação dos mesmos, o Radio Frequency Identification (RFID) foi proposto e o projeto deu-se início como uma forma de prevenção à acidentes e fatalidades através da instalação das etiquetas inteligentes nas empilhadeiras da área.

Neste contexto, com base na importância da relação entre trabalho e segurança, o presente estudo irá analisar os impactos da implantação de uma nova tecnologia em um almoxarifado de uma siderúrgica de grande porte e compreender o *Radio Frequency Identification (RFID)* na perspectiva da prevenção de acidentes ocasionados por empilhadeira. Através da análise ergonômica do trabalho (AET), é possível conhecer melhor e explicar as relações entre as condições de realização da produção e saúde dos trabalhadores, além de propor reflexões para as concepções da situação do trabalho (GUERIN, 2001).

A temática RFID já foi abordada para diversos fins como uma solução que incentiva a automação de processos em diversas áreas, como gestão de logística, distribuição e *trade making*; englobando de rastreabilidade de produtos à manutenção e gestão de estoques (ARBACHE, 2011). Assim, o presente estudo justifica-se por meio da compreensão da aplicabilidade da tecnologia RFID como uma funcionalidade em prol da segurança proposta para ser implementada em uma siderúrgica de acordo como um novo projeto do setor de Segurança da empresa, na prevenção de acidentes em ambientes onde há presença de equipamentos móveis (empilhadeiras) e movimentação de pessoas e veículos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a implementação da tecnologia RFID no almoxarifado de uma siderúrgica na perspectiva da Segurança do Trabalho.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar a empresa estudada e seu ramo de atuação;
- ✓ Caracterizar a indústria 4.0 e suas principais propostas para o mercado;
- ✓ Mapear os fluxos e a movimentação de pessoas no ambiente de estudo;
- ✓ Analisar impactos relacionados à segurança dos trabalhadores após a implementação da tecnologia na área de estudo.
- ✓ Analisar os benefícios e dificuldades com a implementação desta nova tecnologia no ambiente de estudo.
- ✓ Discutir sobre os dados obtidos e propor melhorias para o projeto implementado na área.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os conceitos fundamentais para desenvolvimento e embasamento para o presente estudo serão apresentados nesta seção.

2.1 Almojarifado

Segundo Paoleschi (2011), almojarifado é definido como local destinado à fiel guarda e conservação de materiais, em recinto coberto ou não, adequado a sua natureza, tendo a função de destinar espaços em que permanecerá cada item aguardando a necessidade de uso. Para Arnold (2006) o estoque armazenado no local não precisa ser necessariamente consumido imediatamente, e muitas vezes pode ser mantido por um longo período no almojarifado.

Existem diversos modelos de almojarifados, e um deles é o existente em indústrias - ambiente do presente estudo -, que são definidos pelo autor como um espaço utilizado para estocagem de materiais que serão utilizados na manutenção e atividades operacionais na rotina e atividades da mesma. Neste tipo de ambiente, há uma separação entre os produtivos e não produtivos.

Atualmente, a valorização do almojarifado de uma empresa é diferente se comparado aos antigos conceitos sobre a área - hoje o mesmo é visto como um local importante cujos materiais que representam cerca de cinquenta por cento do patrimônio da empresa estão armazenados (PAOLESCHI, 2011).

O almojarifado é uma área da empresa que requer grande planejamento em diversas vertentes, desde o *layout* aos custos operacionais e administrativos. O planejamento do *layout* é muito importante pois deve-se buscar um arranjo físico ideal a fim de conjugar máquinas e funcionários de acordo com as fases dos processos e rotina diária, permitindo maior produtividade através da otimização do espaço (PAOLESCHI, 2011). Para o autor, o arranjo físico de um almojarifado baseia-se nos seguintes princípios gerais:

Os princípios a serem seguidos segundo estudos são: redução distâncias para que as atividades sejam realizadas no menor tempo possível; integração dos diversos elementos presentes no ambiente, obediência dos fluxos, racionalização do espaço, satisfação e segurança do homem e flexibilidade. (PAOLESCHI, 2011, p. 27)

2.1.1 Movimentação e manuseio de cargas no Almojarifado

Um dos processos de responsabilidade do almojarifado é o abastecimento de materiais na fábrica, que deve ser devidamente programado ao longo do dia de trabalho da área a fim de atender as demandas necessárias. Conforme recebidos os produtos e equipamentos de terceiros ou produzidos na própria fábrica, os mesmos devem ser separados pelos almojarifes para que sejam disponibilizados em locais específicos para serem retirados pela área de produção solicitante ou até mesmo ser entregue à ela com o auxílio de automóveis e caminhões (PAOLESCHI, 2011). Além do abastecimento, Slack et al. (1999) salienta que o setor de movimentação de cargas se responsabiliza por transportar todo e qualquer tipo de produto que está armazenado no almojarifado, e cabe aos operários a coordenação das atividades a fim de evitar a paralisação da produção na fábrica abastecida pelo mesmo. É importante o treinamento das pessoas envolvidas no processo para que o êxito seja alcançado em todas as etapas (SLACK et al., 1999).

Em algumas empresas, (como a do presente estudo) tal responsabilidade é atribuída ao almojarifado, e insumos, máquinas, equipamentos, ferramentas e embalagens são exemplos de produtos fornecidos pelo mesmo quando solicitados pela área que virá a utilizá-los. Em situações cujos equipamentos especiais são manuseados por terceiros, é de responsabilidade do setor o monitoramento e coordenação da atividade a fim de garantir não interrupções no processo produtivo. A movimentação dos materiais em todo o espaço apenas deve ser feita por pessoas treinadas e autorizadas para tal atividade, e devem sempre apresentar documentação prévia em caso de circulação (entrada e saída) da área (PAOLESCHI, 2011).

Quanto à movimentação externa de materiais, empresas de grande porte necessitam de pátios e galpões para que sejam armazenadas ferramentas, embalagens, materiais beneficiados por terceiros, matéria prima e sucata. Além disto, o controle e manuseio dos materiais é de responsabilidade do almojarifado e deve ser executado diariamente a fim de assegurar a integridade dos produtos submetidos à tais locais. Para o transporte de materiais em ambientes externos, são utilizados alguns equipamentos e acessórios que auxiliam na movimentação das cargas, como paletes, contêineres, gaiolas, caçambas, carrinhos, alavancas, ponte rolantes e empilhadeiras (PAOLESCHI, 2011).

O manuseio de cargas traz diversos riscos à saúde dos trabalhadores se feito de maneira indevida, como dores nas costas, desvio de coluna, esmagamento de membros, atropelamento de pessoas com equipamentos, entre outros. Para minimização destes problemas, são realizadas diversas práticas preventivas como: fornecimento de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's), utilização de símbolos de segurança e orientações de segurança para uso de equipamentos, como as empilhadeiras (SLACK et al, 1999).

2.2 Indústria 4.0

De acordo com Schwab (2016, p. 23), a Quarta Revolução Industrial - também conhecida como Indústria 4.0 - se distingue das demais no que tange à velocidade, amplitude e profundidade das inovações tecnológicas propostas. Por se basear no uso de sistemas físicos cibernéticos (*cyber physical systems*), é introduzido um novo conceito de indústrias conectadas e das fábricas inteligentes, tendo como principal marco o poder da tecnologia e da conectividade.

Schwab (2016) defende que estamos vivendo uma nova era devido a três fatores: velocidade, amplitude e profundidade das mudanças e o impacto sistêmico desta revolução. A velocidade se refere à rapidez em que mudanças vem acontecendo no mundo conectado, além do surgimento e avanço de novas tecnologias que beneficiam diversas áreas que criam um progresso exponencial, segundo sua definição. Quanto à amplitude e das mudanças, esta nova fase do mundo interconectado é marcada pela quebra de paradigmas em diversas áreas, trazendo inovações que estão reconfigurando a sociedade e o mundo dos negócios. Por último, as enormes transformações de sistemas entre países, organizações e população se referem ao impacto sistêmico causado pelas novas tecnologias e nova organização social.

Brettel e Rosenberg (2014) listam cinco premissas para que a indústria 4.0 seja implantada e define os sistemas inteligentes que vem sendo tendência desde que o termo se difundiu no mercado:

- ✓ Capacidade de operação *real time*: tomada de decisão em tempo real;
- ✓ Virtualização: rastreabilidade e monitoramento remoto de processos através de sensores;

- ✓ Descentralização: decisões tomadas por sistemas cybernéticos baseados em necessidades reais a fim de aprimorar processos em fábricas inteligentes;
- ✓ Orientação a serviços: desenvolvimento e utilização de arquiteturas de software com foco em realização de serviços que se relacionam com o conceito de *Internet of Things*;
- ✓ Modularidade: criação de módulos em fábricas que consistirá na reconfiguração das máquinas e seu papel na produção, podendo ser programadas de acordo com a demanda existente.

Dentre as megatendências da Revolução Tecnológica do mundo digital, físico e biológico, as principais são: a Internet of Things (IoT), *blockchain*, plataformas digitais, veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, big data, nanomateriais, blockchain e nanosensores (SCHWAB, 2016, p. 23).

A utilização destas novas tecnologias traz benefícios às organizações, como redução de tempos de ciclo, redução de custos operacionais e aumento da eficiência dos processos e fluxos. Além disto, trazem escalabilidade às mudanças nas organizações e estão diretamente ligadas ao aumento da produtividade e desenvolvimento econômico. Dentre os citados por Schwab (2016), destacam-se: o processo de inovação de forma mais aberta e colaborativa e a criação de novos processos ligados à operação baseados em sistemas e plataformas que visam minimizar a presença humana e o contato com o mundo físico a fim de substituir os que estão em vigor atualmente.

Os principais desafios da indústria 4.0 estão ligados à segurança da informação, proteção das plataformas digitais, padronização das interfaces de comunicação, os processos e organização do trabalho. Grande parte da indústria vê a reconfiguração das empresas e a transformação digital como fatores impulsionadores no aumento da competitividade no mercado, pois está ligada à novas estratégias e modelos de negócio em um cenário que muitas não se sentem seguras para implementarem novos projetos na área. (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016). Anderl (2014) considera a criação de fluxos que incorporem novas tecnologias e inovações aplicáveis aos processos especificamente nas indústrias de manufatura, tornando-os flexíveis e adaptáveis como um dos principais desafios da indústria 4.0.

2.3 Identificação por Rádio Frequência (RFID)

A *Radio Frequency Identification* (RFID) começou a ser utilizada em meados do século XX, na Segunda Guerra Mundial, em sistemas de radares da época com o objetivo de identificar aeronaves automaticamente e desde sua criação já é utilizada para diversas finalidades (Paoleschi, 2011, p. 62).

A tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (RFID) foi apontada por Presser e Gluhak (2009) como um dos pilares da Internet das Coisas por tratar de objetos inteligentes rastreáveis que geram conexões e comunicações entre si. O RFID pode ser definido como uma rede sem fio com utilização de chips que possuem alcances de até dez metros, similares a sensores. A comunicação é feita através de *tags* que enviam um sinal específico a um leitor e que armazenam informações em um banco de dados e que são convertidos em informações relevantes para o processo em que estão sendo aplicadas. Os principais equipamentos que compõem este sistema são: *tags*, *readers* com antenas e computadores com um *software*. (DUROC & KADDOR, 2012).

A Figura 1 representa a estrutura comum do RFID, e seu funcionamento é explicado pelo RFID Journal Brasil (2011):

“Existem vários métodos de identificação, mas o mais comum é armazenar um número serial que identifica uma pessoa ou objeto e, talvez, outras informações, em um microchip que está ligado a uma antena (o chip e a antena juntos são chamados de um transponder RFID ou uma tag RFID). A antena permite que o chip transmita a informação de identificação a um leitor. O leitor converte as ondas de rádio refletidas da tag RFID em informações digitais que depois podem ser repassadas a computadores que podem fazer uso delas.”

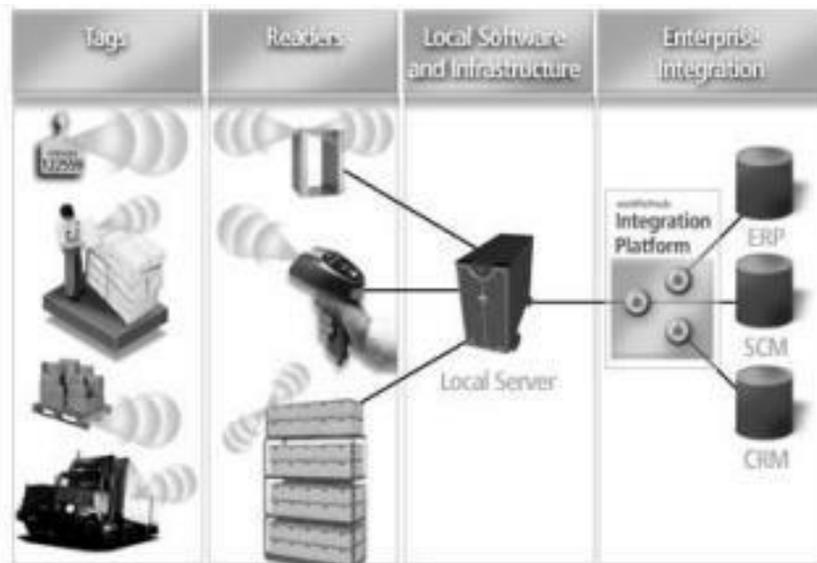


Figura 1: Componentes do RFID

Fonte: RFID Journal Brasil (2011).

Para Park (2010), as principais propostas do RFID são identificação, autenticação, localização e aquisição automática de dados, sendo versáteis e aplicáveis aos diversos fluxos e setores das organizações, principalmente na manufatura, na logística e nos almoxarifados. Dentre as tecnologias propostas para melhorias nos processos produtivos, o RFID pode ser considerado um marco nas tecnologias criadas que auxiliam na administração da produção, pois a demanda nas aplicações das etiquetas inteligentes nos mais variados tipos de indústrias vem crescendo significativamente (SABBAGHI e VAIDYANATHAN, 2008).

Srivastava (2004) considera o RFID como uma evolução do código de barras por capturar automaticamente dados sem que haja intervenção humana. Com o uso das tags, é possível o armazenamento de informações com a implementação de um mecanismo de segurança para proteger a confiabilidade dos dados e edição das informações obtidas, aplicável em qualquer tipo de implantação. Para Srivastava (2004) esta tecnologia, mesmo sendo recente em alguns mercados tem grande potencial para alterar a configuração de operações por melhorar processos e trazer inúmeros benefícios.

A solução traz benefícios ligados à visão estratégica, operacional e tática das empresas que a adotam. Lee e Ozer (2007) consideram um sistema promissor que auxilia no monitoramento de produtos ou indivíduos e elimina a intervenção humana manual e visual dos processos, trazendo ganhos como diminuição dos custos relacionados à mão de obra e melhoria no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Consequentemente, reduz o tempo

total do processo por automatizar alguns fluxos, oferece maior eficiência e eficácia, além de maior visibilidade e confiabilidade nos fluxos inseridos.

Embora haja diversos benefícios ligados à adoção desta nova tecnologia, também existem dificuldades na implantação desta nova tecnologia, sendo classificadas por Prado et al (2006) como: dificuldades relacionadas à segurança de dados, aos padrões e aos custos. A problemática relacionada aos custos pode ser considerada como principal fator inibidor da disseminação tecnologia, pois o valor do sistema varia de acordo com seu volume de utilização. Os custos mapeados existentes para o uso e instalação do novo sistema são: o custo de instalação, sintonia, integração dos vários componentes, treinamento, suporte e manutenção e reengenharia do processo de negócios (fluxo de trabalho), além das baterias, que são de baixo rendimento (SANTINI, 2008). Para Scwab (2016) , as dificuldades existem mas não são insuperáveis por se tratar de uma tecnologia emergente.

2.4 Segurança do Trabalho

A Associação Internacional de Ergonomia (2002) define a Ergonomia como uma área de estudos científicos que visa compreender a forma de interação entre pessoas e outros fatores presentes em um sistema ou ambiente, a fim de aplicar teorias e métodos que visem a garantia do bem estar dos seres humanos e a execução global do sistema. A ergonomia surgiu há cerca de quinhentos anos, porém apenas após a Segunda Guerra Mundial foi difundida e consolidada gradativamente através de seus conceitos, bem como suas expansões de campos de aplicação, sendo eles: ergonomia física, cognitiva e organizacional.

Para Falzon (2007), a Ergonomia se divide entre dois objetivos: a centralização nas pessoas e nas organizações. Quanto às pessoas, a ergonomia se especifica e se desdobra em diversos fatores: “segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse no trabalho, entre outros”. O objetivo centrado nas organizações está ligado ao seu desempenho, que pode ser apreendido em várias dimensões: “eficiência, produtividade, confiabilidade, durabilidade, etc”. Hubault (2004) reforça que a ergonomia trata fatores e situações relacionados ao trabalho através de análises dos contextos de atividades realizadas pelos trabalhadores buscando compreender tanto as condições em que estão submetidos quanto o nível de realização de si pelo trabalho desempenhado.

A ergonomia se relaciona diretamente com o conceito da Segurança do Trabalho devido à Norma Regulamentadora número dezessete (NR17), definida pelo Ministério do Trabalho da seguinte forma de acordo com sua última versão (2018):

A NR 17 visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (MTb, nº 876, 2018).

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), segundo o Ministério Público do Trabalho, é bem clara com as responsabilidades cabíveis às empresas no que tange ao cumprir com as normas de segurança e medicina do trabalho. Os Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) correspondem à equipe de profissionais destinada a cuidar da saúde dos trabalhadores de uma empresa de acordo com o número de empregados e grau de risco que representam. Segundo Zoccio (2002), atuam planejando, desenvolvendo, coordenando e fiscalizando atividades preventivas de acordo com a política de Segurança do Trabalho da organização, além de assessorar todos os órgãos existentes e funcionários (independente de hierarquia) registrados pela empresa.

Devido a estes conceitos e exigências do MT às organizações para a adequação das condições de trabalho, o conceito de Segurança do Trabalho se difundiu no mercado como uma política de adoção de conduta definida para gerenciar atividades de forma preventiva no ambiente organizacional. A finalidade desta conduta é a orientação e padronização de programas e procedimentos que tem como objetivo prevenir acidentes e doenças causadas pelo trabalho. Existem diversos tipos de empresas e a forma com que administram este assunto se difere de acordo com seus processos, culturas, tradições e crenças. Todavia, é notório o êxito em organizações cujos princípios fundamentais da Segurança do Trabalho são tratados consistentemente de forma preventiva se comparada às que lidam com problemas através de um comportamento reativo (ZOCCHIO, 2002).

A política de Segurança do Trabalho quando elaborada, implementada e administrada, auxilia na racionalização das atividades preventivas, levando a resultados surpreendentes. Os principais pontos considerados para a estruturação aplicável de condutas

a serem seguidas à uma organização são: definições de responsabilidades individuais e atribuições, registro e investigação de acidentes, controle preventivo de riscos e perigos, treinamento e instrução dos procedimentos, e por fim, a divulgação da política de segurança e saúde no trabalho. A prática contínua e busca por melhorias na prevenção de acidentes nas empresas é um trabalho em equipe, definida como a chave do sucesso para que os objetivos almejados sejam alcançados (ZOCCIO, 2002).

Para Andreóni (1989, p. 1539), a Segurança refere-se ao estado no qual “não há perigo de acontecer um acidente”. O acidente é um evento indesejado que causa danos à integridade física dos seres humanos e acarreta prejuízos em âmbitos técnicos e psicológicos, podendo causar (ou não) morte, lesão, dano ou perda. (FALZON, 2007). Estas fatalidades são o resultado de uma interação inadequada entre os seres humanos, os sistemas e as atividades em que estão submetidos; e alguns atributos pessoais do trabalhador como capacidades sensoriais, habilidades motoras, percepção de risco, discernimento na tomada de decisão e experiências anteriores contribuem para que os riscos de ocorrências aumentem ou diminuam (IIDA, 2005).

Em casos de trabalhadores inseridos em ambientes onde há presença de máquinas e ferramentas é primordial que tenham conhecimento dos perigos existentes e quais são os dispositivos e equipamentos que podem ser utilizados como forma de prevenção à estes possíveis cenários de riscos. Além disto, conhecer os materiais que fazem parte da sua rotina de trabalho são fundamentais, pois o mapeamento das finalidades e propriedades dos mesmos para que sejam manuseados e guardados de forma correta são extremamente importantes para que seja construído um ambiente prevencionista. O treinamento de um empregado para que as atividades sejam executadas de forma correta sempre serão a melhor alternativa (ZOCCIO, 2002).

3 METODOLOGIA

A metodologia diz respeito às formas para obtenção de informações de uma organização a ser estudada para que uma pesquisa seja realizada por meio da utilização de instrumentos. Através dela busca-se organizar e descrever a maneira como os dados da pesquisa em questão serão coletados e posteriormente avaliados, bem como ilustrar os caminhos cujo trabalho será conduzido. (FONSECA, 2002)

O presente trabalho, de acordo com seus objetivos, é caracterizado como uma pesquisa exploratória-descritiva, pois busca estreitar a relação entre a realidade e o problema através de entrevistas com pessoas que o conhecem devido às experiências práticas obtidas. A fase exploratória determina o campo de investigação e alinha as expectativas dos interessados, implicando no reconhecimento visual do local, bem como na discussão com representantes que poderão auxiliar ao longo do processo de observação e coleta de dados (GIL, 2007).

Quanto à abordagem de pesquisa, classifica-se como qualitativa pois terá como foco a compreensão dos procedimentos e das necessidades do objeto a ser analisado. A pesquisa qualitativa tem como principais características a não preocupação com aspectos que não podem ser quantificados, a ordenação das etapas desde à descrição à explicação do problema, bem como a exatidão das relações globais com o local em que há a observação e estudo de um fenômeno. (GIL, 2007).

O método utilizado foi a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) a fim de entender a atividade do operador das empilhadeiras, o ambiente e as condições existentes e relacionar à Segurança do Trabalho mediante os riscos que os trabalhadores estão expostos. Segundo IIDA (2005) a AET consiste na descrição de um problema e da atividade, a fim de diagnosticar as causas dos problemas recorrentes e recomendar providências a serem tomadas após a análise do cenário. Ela analisa divergências entre o que é executado e o que é proposto na teoria, e desdobra-se nas etapas de análise da demanda, da tarefa, diagnóstico e propostas de melhoria (BATALHA, et al., 2008). Para adaptar-se a este estudo, foram consideradas as características da empresa, as funções dos funcionários, na coleta e análise dos dados, nas conclusões e nos pontos a serem transformados através de recomendações que tangem à ergonomia. A utilização deste método auxiliou na compreensão das estratégias utilizadas pelos operadores a lidarem com a atividade e a nova tecnologia, além das demais

situações do trabalho que têm relação com o bem-estar e segurança dos que estão submetidos aos processos que englobam o projeto de implementação do RFID.

3.1 Coleta de dados

A coleta de dados dividiu-se em três etapas, sendo a observação direta, análise documental e entrevistas semiestruturadas como instrumentos. Para dar continuidade ao trabalho iniciado em 2018 na ATV 029, optou-se por utilizar as informações coletadas durante o estágio profissional da autora deste trabalho realizado na empresa sobre o projeto. Para as demais informações obtidas no ano de 2019 - após a finalização do contrato do estágio - alguns técnicos e funcionários da área auxiliaram na coleta de dados restantes, a fim de auxiliar no mapeamento de questões que não haviam sido exploradas devido à ausência da autora nos últimos meses de coleta de dados.

A empresa permitiu a leitura e utilização de documentações que são importantes na rotina de trabalho para consulta e interpretações, mas não autorizou a divulgação destes documentos. O registro dos procedimentos auxilia na realização das atividades como a operação de empilhadeiras pois padronizam-nas e estabelecem regras e requisitos para manuseio dos equipamentos; bem como os *check-lists* realizados diariamente pelos operadores ao começo de cada atividade. Esta documentação é revisada semestralmente por técnicos de segurança pertencentes à empresa terceirizada responsável pela equipe operacional do Almojarifado, que alinham e formalizam possíveis ajustes com a equipe do quadro próprio do setor da siderúrgica.

A observação direta auxiliou na aproximação da realidade com o processo, pois tratam de acontecimentos em tempo real que permitem o contato direto com o ambiente de estudo e os colaboradores, mas que demanda dedicação de tempo dos observadores humanos. Além disto, deve-se atentar à flexibilidade, visto que a atividade está sendo observada e pode acontecer de forma distorcida à realidade (YIN, 2001).

Durante quatro meses o ambiente foi analisado, em paralelo com o estágio feito na organização e com a ajuda de técnicos de Segurança que possuíam contato direto com os operadores diariamente e que conheciam suas atividades e procedimentos existentes no processo. A observação foi essencial no processo de elaboração da pesquisa, pois permitiu analisar a condição do Almojarifado, das empilhadeiras e da atividade. O período de observação aconteceu de Agosto/2018 à Dezembro/2018.

Para finalizar as análises, a última etapa foi a realização de entrevistas, estratégia mais utilizada para trabalhos de campo. Ela é uma grande oportunidade para conhecer os envolvidos no processo, além de fornecer dados básicos para “uma compreensão detalhada das crenças, atitudes, valores e motivações” de cada um. (MINAYO, 2008 ; CERVO; BERVIAN, 2007). A entrevista semiestruturada foi utilizada por se tratar de assuntos familiares aos envolvidos, contendo questionamentos básicos acerca do tema buscando com um roteiro elaborado baseado na definição de Minayo (2008), priorizando perguntas abertas com o foco em deixá-los livres para exporem opiniões, estabelecendo um diálogo de fácil compreensão para ambas as partes. Como o objetivo é entender os impactos da nova tecnologia na área e na operação das empilhadeiras, as entrevistas possibilitaram compreender diferentes pontos de vistas para elaboração da análise com base no discurso de cada entrevistado e na teoria apresentada na pesquisa bibliográfica. Os entrevistados tiveram suas identidades preservadas, conforme solicitado pela organização.

Para a coleta dos dados, os funcionários foram abordados durante o expediente, com permissão do gerente da área. Não houve dificuldades como resistência para realização destas entrevistas, e os técnicos de Segurança tiveram importante papel neste processo, pois auxiliaram na obtenção dos dados. No total, foram entrevistadas 12 pessoas, sendo dois técnicos de Segurança, um auxiliar, quatro operadores de empilhadeiras, e cinco adjacentes ao processo (controladores de materiais, auxiliar de serviços gerais e assistentes de logística). Com exceção da auxiliar de serviços e da técnica de Segurança. O período de entrevistas foi entre Março/2019 à Maio/2019.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Caracterização da empresa estudada

Segundo o Centro de Informação Metal Mecânica (2018), a siderúrgica estudada está em atividade no país desde 1921, presente em diversos países da América Latina, como o Brasil, e destaca-se no setor de Aços Longos e Distribuição. A usina possui mais de 1.000 funcionários do quadro próprio, além dos colaboradores pertencentes à empresas prestadoras de serviço que atuam na planta.

A usina situada em João Monlevade compreende diversas áreas e subdivide-se em setores que compreendem atividades complexas e passíveis a erros e falhas, pois envolvem a presença humana em muitas delas, além das máquinas e equipamentos presentes nos ambientes de produção. O ambiente do presente estudo é a área de Suprimentos, responsável pelos processos de compras e armazenamento de materiais para atenderem às demandas da usina. O setor a ser analisado para a realização desta pesquisa é o Almoxarifado, localizado na Gerência de Suprimentos, fundado há cerca de 40 anos.

A área de Suprimentos da empresa estudada é composta por 19 funcionários do quadro próprio, e 20 colaboradores terceirizados por uma empresa de logística também situada na cidade de João Monlevade. Ele é subdividido em três equipes:

- ✓ *Supply Chain* (compras): responsável por atender às demandas internas da usina e estabelecer relações com fornecedores com enfoque comercial para aquisição de novos materiais, reparos de equipamentos e contratos de prestação de serviços. Possui pouca relação com atividades operacionais e baixa frequência de circulação na área do armazém, por ter função administrativa ligada à utilização de sistemas integrados de gestão empresarial (ERPs);
- ✓ Almoxarifado (estratégico): responsável por gerenciamento da logística interna para abastecimento das áreas solicitantes de insumos e materiais, controle de estoque, capacitação de colaboradores e controle de qualidade de materiais recebidos por fornecedores;

- ✓ Almoarifado (operacional): equipe terceirizada que realiza operação de equipamentos, separação de materiais, organização e limpeza da área, manuseio de cargas e entregas nas demais áreas da usina.

O Almoarifado representa 74% da área, sendo o foco neste estudo por estar diretamente relacionada ao processo de manuseio de empilhadeiras e circulação no ambiente a ser analisado.

O layout da área a ser estudada está representada na Figura 2, de maneira ilustrativa, sem relações com a realidade quanto à escala e/ou dimensões dos espaços. As áreas em cinza representam galpões do armazém onde ocorre intenso fluxo de pessoas e máquinas, e as áreas demarcadas pelas faixas vermelhas correspondem aos pátios em que circulam empilhadeiras, veículos e pedestres.

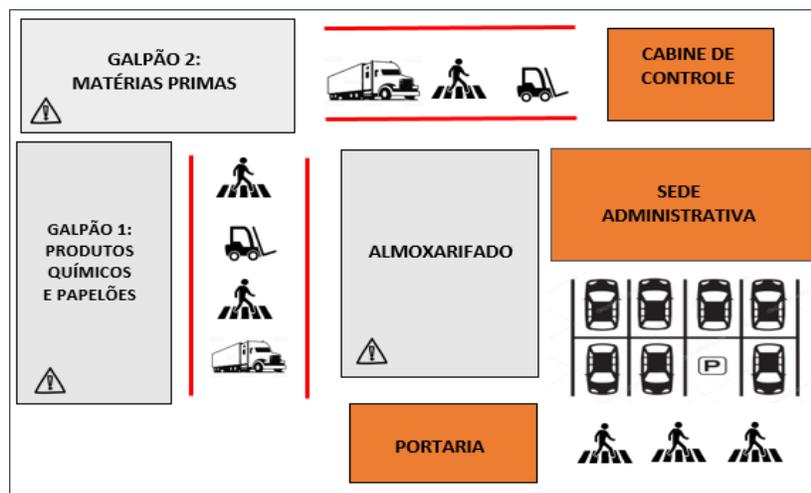


Figura 2: Representação gráfica da Gerência de Suprimentos

Fonte: Elaborado pela autora

4.2 Função do Operador de Empilhadeiras

Paoleschi (2011, p. 136) define empilhadeira como “veículo motorizado para transportar e empilhar volumes em geral, que apenas deve ser operada por pessoas devidamente habilitadas”.

Instituída com base legal na Portaria nº 397, de 10.10.200 e publicado como documento oficial pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a Classificação Brasileira de Ocupações descreve os cargos existentes no mercado de trabalho brasileiro e as atividades

realizadas pelos profissionais que exercem tais funções. Seus dados servem como insumo para bases estatísticas e formulação de políticas de emprego, mas sem o objetivo de regulamentação das profissões. De acordo com a definição feita pela CBO (2002), o operador de empilhadeira é responsável pela preparação a movimentação da carga através de uma organização prévia do equipamento, além de interpretar símbolos e rótulos presentes em embalagens a fim de armazená-la da forma mais adequada possível.

Algumas orientações de segurança para uso de empilhadeiras segundo estudos feitos por Paoleschi, são (Tabela 1):

1 - Não deve carregar no equipamento peso além da capacidade permitida indicada na placa de identificação do mesmo;
2- Deve sempre olhar para frente, mantendo uma boa distância dos veículos e pedestres presentes no ambiente;
3- Ficar sempre atento ao tráfego e operar pelo lado direito em ruas e corredores;
4- Diminuir a velocidade em curvas;
5- Frear lentamente a fim de evitar tombamento do material;
6- A carga sempre deve ser mantida na menor altura possível ao ser empilhada pelo garfo quando houver tráfego com a mesma;
7- O programa de manutenção preventiva do veículo deve ser mantido;
8 - A velocidade não deve ser excedida e manobras bruscas devem ser evitadas;
9 - As empilhadeiras devem ser estacionadas em locais próprios e permitidos, sem que a chave esteja no contato.
10 - O estado do equipamento deve ser verificado antes de ser utilizado ao iniciar uma jornada de trabalho de acordo com o manual de instrução.

Fonte: Adaptado de Paoleschi (2011)

Na empresa estudada, para a contratação de um novo colaborador que irá ocupar o cargo em questão, também é exigido que o mesmo possua Carteira Nacional de Habilitação (CNH) do tipo B ou C em situação regular, e que possua segundo grau completo de escolaridade. Para realização desta atividade, o operador deve trabalhar com alto nível de concentração, participar de treinamentos de capacitação e constante atualização sobre o

equipamento e o processo, além de certificar-se para movimentação de cargas especiais. Os funcionários também são submetidos a testes psicológicos, médicos e toxicológicos e, quando aprovados ingressam na equipe, sendo treinados pela empresa contratante (terceirizada de logística). Em duas semanas, os treinamentos práticos e teóricos são finalizados e o operador inicia o exercício da função em campo supervisionado por técnicos de segurança e demais membros da equipe. Caso o funcionário já possua treinamento e experiência no manuseio do equipamento, é necessária a apresentação de certificado do treinamento realizado anteriormente.

No Almojarifado, o manuseio de cargas é feito em ambientes internos e externos, e envolvem diversos tipos de materiais, como: equipamentos, *bags* de matérias primas e materiais recicláveis, peças, barris de materiais químicos, entre outros - todos devidamente paletizados a fim de facilitar a carga e descarga e reduzir riscos de acidentes (tombamento de cargas). A capacidade máxima de cada empilhadeira utilizada para o manuseio de cargas é de quatro toneladas.

No total, são quatro empilhadeiras na área - duas à diesel e duas elétricas - , todas com cabines abertas e com poltronas ergonomicamente fabricadas pelo fornecedor a fim de proporcionar conforto e bem estar ao operador. Para operá-la, o funcionário deve utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) obrigatórios para a atividade: capacete, óculos e colete refletor. O operador, além de realizar as atividades listadas acima, também é responsável pela verificação diária do equipamento, que possui itens como: verificação do nível de óleo da máquina, presença de extintor de incêndio, estado dos pneus, condições do garfo, entre outros. Caso não esteja de acordo, o funcionário possui o “direito de recusa” da atividade, e o equipamento é encaminhado para a oficina de manutenção.

Além disto, diariamente é feito, no início do expediente, o Diálogo de Saúde e Segurança (DDS) na empresa, que aborda temas relevantes à rotina da área, a fim de orientar e promover o diálogo entre os funcionários sobre Segurança do Trabalho, prevenção à acidentes e procedimentos padrões da empresa.

4.3 Projeto RFID

A empresa siderúrgica estudada nesta pesquisa já possui em seu histórico acidentes ocasionados por equipamentos diversos que fazem parte do processo produtivo, sendo as empilhadeiras um deles. Devido ao cenário de fatalidades ocorridas no grupo envolvendo

veículos e pessoas, enxergou-se a necessidade de desenvolvimento de soluções para prevenção e minimização de riscos em áreas onde ocorre o manuseio de equipamentos e, paralelamente, intenso fluxo de pessoas, veículos, cargas e máquinas. Em uma escala de risco desenvolvida pela equipe de Segurança da empresa de 0 à 5, a empresa encontra-se em grau 4, justificado pelos seus variados processos industriais.

O projeto do RFID surgiu em 2017 devido à necessidade de inserção de novas tecnologias na prevenção de acidentes, idealizada por uma empresa terceirizada prestadora de serviços à siderúrgica estudada. Em parceria à uma empresa do ramo de tecnologia, o projeto foi apresentado à Gerência de Segurança da organização a fim de expandi-lo para todas as áreas e empresas prestadoras de serviço cujas atividades envolviam empilhadeiras para que se adequassem ao mesmo modelo. Por ter sido um projeto generalizado, o almoxarifado também teve que se adequar à essas exigências, por se tratar de um ambiente que envolvia os riscos mapeados em seu escopo, que foi apresentado à gerência.

A ideia do RFID é limitar a aproximação de pessoas quando as empilhadeiras estiverem próximas a obstáculos (pessoas, veículos, cargas e estruturas) em movimento, evitando acidentes como atropelamento e prensamento. Ele funciona com um sistema de três antenas acopladas na empilhadeira que atua em um raio de sete metros, e são instalados cinco TAG's dentro do capacete das pessoas que acessam os pátios de movimentação das mesmas. Estes TAG's possuem chip's, e quando ocorre a aproximação de pessoas no raio das antenas, a etiqueta inteligente detecta imediatamente a presença do obstáculo próximo à empilhadeira e desativa todos os seus comandos por oito segundos. Além de paralisar as atividades, também há um alerta visual (luz vermelha) e sonoro, a fim de sinalizar à pessoas adjacentes no ambiente. A Figura 3 ilustra o projeto RFID descrito acima.

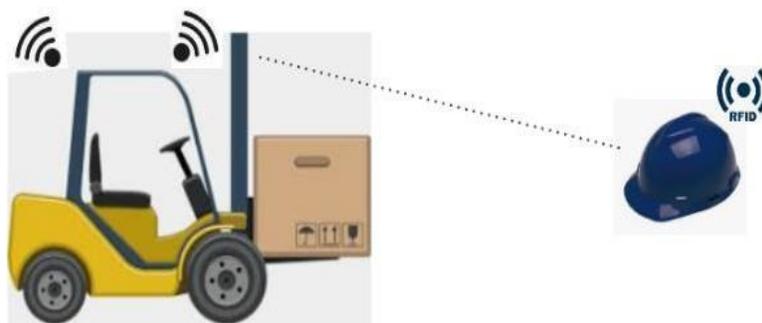


Figura 3: Sistema RFID

Fonte: Arquivos da empresa estudada

O sistema RFID foi instalado na estrutura de apoio ao “dente” das empilhadeiras (Figura 4), e as TAG’s foram instaladas apenas nos capacetes de pessoas que frequentam a área periodicamente (Figura 5). No total, foram instaladas etiquetas em 29 capacetes, distribuídos da seguinte forma: oito TAG’s para funcionários do quadro próprio da empresa; 20 para funcionários terceirizados de funções diversas como operadores de empilhadeiras, controladores de materiais, motoristas de caminhões, técnico de segurança, assistentes de logística, auxiliar de serviços gerais e coordenador. Além destes, existe um capacete reserva na área em caso de urgências ou possíveis falhas nos demais. As etiquetas inteligentes semelhantes à um adesivo (Figura 5) possuem dimensão de cinco centímetros de comprimento e cinco centímetros de altura e são instaladas nas laterais dos capacetes.



Figura 4: Estrutura da empilhadeira em que foram instalados as TAG’s
Fonte: Claus (2018)



Figura 5: TAG’s em capacetes

Como exigência da Gerência de Segurança, foram instaladas cinco placas em locais de circulação de terceiros para sinalizar a presença da tecnologia e a obrigatoriedade do uso de capacetes com as TAG's em áreas de acesso e que há circulação de empilhadeiras. As placas estão localizadas na entrada e saída dos galpões, e próximas à entrada (portaria de Suprimentos). Na portaria também ficam disponíveis 15 capacetes para fornecedores que acessam o pátio e visitantes que estarão expostos ao risco.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Análise das entrevistas

Para a elaboração deste trabalho, foram entrevistados doze funcionários da empresa que estão engajados com o processo operacional que envolve as empilhadeiras. Devido à solicitação da empresa para preservar a identidade dos funcionários, os nomes apresentados no presente estudo serão fictícios. As ideias foram organizadas conforme descrito no tópico de Metodologia deste trabalho.

As falas foram analisadas de acordo com a observação feita durante o período de estágio em que a autora esteve presente no ambiente de estudo, das entrevistas realizadas com auxílios dos técnicos e por meio dos conhecimentos adquiridos por meio da elaboração do referencial bibliográfico.

5.2 Análise de acidentes com operadores de empilhadeiras

O mapeamento de riscos em atividades que exigem do trabalhador uma atenção maior no desempenho das mesmas é essencial para que sejam elaborados planos de ações que minimizem as chances de ocorrências de acidentes e fatalidades durante sua rotina. No caso das empilhadeiras, fatores que podem influenciar são: a falha da manutenção, sobrecarga de empilhadeira e o obstáculo na pista (LEPLAT e RASMUSSEN, 1984). Mesmo com treinamentos, procedimentos e normas padrão da atividade, *check lists* e diálogos abertos sobre o tema a fim de instruir o colaborador, ainda existem lacunas que podem ocasionar em acidentes e fatalidades na siderúrgica.

De acordo com o Técnico de Segurança da área, por mais que o grupo tenha sofrido com acidentes que envolvem empilhadeiras que contribuíram para a estatística geral da empresa, o Almoxarifado da siderúrgica de João Monlevade não possui em seu histórico acidentes fatais nos últimos anos, mas compreende diversos riscos devido ao intenso fluxo de pessoas, máquinas, carretas e veículos. Estes riscos, segundo ele, devem ser monitorados a fim de prevenir possíveis ocorrências.

Os principais acidentes mapeados foram: colisão entre pessoas e veículos, colisão entre pessoas e equipamentos móveis (empilhadeiras), acidentes causados por manuseios de cargas suspensas (ponte rolante), prensamento, quedas, cortes, fraturas, lesões por transitar

entre equipamentos, intoxicação por produtos químicos (dados coletados nos arquivos disponibilizados pela empresa). Para preveni-los e garantir a segurança do trabalhador, equipamentos de proteção individual no armazém são disponibilizados e considerados essenciais na rotina, sendo exigido o uso de capacetes, óculos de proteção, coletes com faixas refletoras e luvas para certas atividades. Nem todos os riscos são controláveis por recursos da engenharia, e o homem precisa se resguardar utilizando equipamentos de proteção individuais (EPI's) e dispositivos de segurança (Zoccio, 2002)

Embora a usina esteja em um grau quatro de risco, o Almojarifado da empresa que também aderiu ao projeto do RFID devido à obrigatoriedade imposta pela mesma, não possui registros de acidentes fatais nos últimos cinco anos ocasionados por empilhadeiras em atividade.

Quando foi desenvolvido esse projeto por outra terceirizada, tivemos que adequar aos padrões que a usina pediu, e como Suprimentos não é uma área crítica e que quase não teve acidentes de uns tempos pra cá, se não fosse obrigatório, a gente nem teria feito parte do projeto do RFID. (Entrevista com Isabela, Técnica de Segurança)

Apesar de não terem sido documentados acidentes relacionados à colisões e atropelamentos de pessoas, houveram situações nos últimos dois anos em que as embalagens foram danificadas no transporte de materiais pois os corredores estreitos dificultam certas manobras. O Técnico Fábio ressalta essa dificuldade:

Os corredores do almojarifado são muito apertados e isso dificulta a movimentação das empilhadeiras, principalmente pra quem tá no início e não tem maldade com a máquina. É muito fácil trombar sem querer nas estruturas, tem que prestar atenção. (Entrevista com Fábio, Técnico de Segurança)

No ambiente externo onde circulam veículos e pessoas, não houveram ocorrências nos últimos anos a respeito, principalmente depois que as vias foram sinalizadas com faixas de pedestres e placas (Figura 6). O operador Helton, há 10 anos na empresa, confirmou que esta mudança ajudou a organizar a área e principalmente delimitar onde cada um deveria circular, pois segundo ele, *“tinham que se virar em mil pra enxergar quem estava na frente e se descuidasse um minuto até os pedestres podiam acabar sendo atropelados”*.

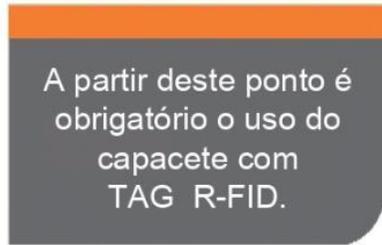


Figura 6: Placas de sinalização nas áreas
Fonte: Arquivo da siderúrgica (2019)

5.3 Impactos da implementação do RFID no Almoxarifado da Siderúrgica

Ao conversar com os operadores e técnicos sobre o projeto do RFID na área, todos demonstraram conhecer bastante do processo e estar bem engajados no assunto ao serem questionados a respeito. Por ser uma iniciativa recente, foi possível extrair a percepção deles referente ao antes e depois da tecnologia implantada, pois os doze funcionários estavam presentes nestes dois momentos. Naturalmente, não são todos que possuem a mesma facilidade para se adaptar à novos sistemas, e as empresas, por conhecerem seus colaboradores, devem se preocupar em treiná-los frequentemente para que se acostumem com as novas tecnologias (IIDA, 2005).

Durante a fase de observação da área, de modo informal, foi possível perceber que todos estavam adaptados ao trabalho e que de forma geral as etiquetas inteligentes não estavam tornando o processo mais lento, principalmente porque os operadores estavam evitando rotas onde ocorriam fluxo de pessoas que pudessem ativar o sensor do RFID para paralisação da atividade.

5.3.1 Principais dificuldades

5.3.1.1 Receio à lentidão versus pressão

A palavra estresse significa “pressão”, “insistência” e estar estressado significa “estar sob pressão” ou “estar sob a ação de estímulo insistente” (CORTEZ; SILVA, 2007, p. 97). Nas entrevistas realizadas pelos técnicos da área, a maioria se mostrou satisfeita com o processo atual ao expor suas opiniões, porém ressaltaram que no início tiveram receio que atrasasse a atividade e as entregas que deveriam ser feitas no dia devido ao sensor do RFID. O Operador Márcio, ao ser questionado sobre se sentir pressionado no ambiente de trabalho,

confirmou que estão inseridos em um ambiente que a o estresse é constante e que qualquer atraso poderia impactar negativamente para o responsável pela atividade.

Ele ainda comentou como uma forma de desabafo:

Aqui é tudo muito corrido e a gente tem que se virar pra entregar os materiais na usina. Se for urgente, tem que parar o que está fazendo porque se não é a usina que para. E se parar, a gente que fica na área que é culpado por isso. (Márcio, Operador de empilhadeiras)

Por meio da observação direta na área, foi possível perceber que alguns operadores estavam optando por circular em áreas sem nenhum obstáculo na tentativa de otimizar o processo sem que o RFID atuasse paralizando o trabalho. Em algumas destas situações, não eram na faixa em que poderiam circular, o que apresenta um risco para todos à volta. A tentativa de ganhar tempo durante a realização das atividades que compreendem riscos é uma atitude de consequências imprevisíveis, pode aumentar as chances de acidentes na área, pois a atividade é feita de forma ligeira e o operador pode estar desatento às externalidades apenas para cumprir com a demanda (ZOCCHIO, 2002).

Três dos entrevistados afirmaram se sentir inseguros na atividade devido à pressão à que estão expostos, que contribui para esta visão pois estão focados em alta produtividade e desempenho. Um deles confirmou mencionando que está sempre tenso em dias com grande volume de entregas. Para os operadores entrevistados, os Equipamentos de Proteção Individual já tinham um papel importante durante o manuseio do equipamento e circulação na área.

Além disto, durante o processo de implantação do RFID houve uma nova diretriz da diretoria de segurança referente à velocidade máxima da empilhadeira, que só poderia atingir o marco de sete quilômetros por hora - gerando um descontentamento e uma nova readequação na rotina dos operadores que estavam acostumados com uma velocidade mais alta. Dois operadores que foram entrevistados ressaltaram que no início enxergaram como mais um empecilho e hábito difícil de ser adquirido, mas que com o passar do tempo perceberam que de fato esta mudança trouxe mais segurança para o processo.

Um deles, Geraldo, disse ao ser questionado a respeito, que teve resistência ao saber do projeto e da mudança do procedimento na operação das empilhadeiras. Há cinco anos na empresa e exercendo a função, ao ser questionado sobre, disse ao ser entrevistado:

Quando começaram a falar desse RFID eu nem achava que ia pra frente porque era uma coisa muito nova e muita gente pra acostumar com uma mudança dessa no nosso processo, e não dá muito tempo pra gente parar pra entender. (Geraldo, operador de empilhadeira)

O mesmo se incluiu dentre os funcionários mais antigos que poderiam não se adaptar rapidamente à esta nova tecnologia, e afirmou ter se preocupado com relação à produtividade e o rendimento das atividades no dia. Este fato confirma a teoria de IIDA (2005, p.442) sobre trabalhadores mais antigos das organizações, que nem sempre aceitam facilmente o desafio de enfrentar trabalhos mais complexos se comparado aos mais jovens.

Com um discurso semelhante, Pedro acrescentou:

Aqui a gente fazia tudo de forma rápida porque já tava acostumado a fazer desse jeito. A gente já sabe onde tem que fazer a curva, onde tem que ir pra pegar cada material, onde tem caixa no caminho e onde tem que desviar. Quando falaram que, além de ter essas etiquetas que iam travar quando a gente aproximasse de alguma coisa também ia ajustar a velocidade, imaginei que ia agarrar tudo e que não ia dar pra fazer muita coisa igual a gente fazia. (Pedro, operador da área).

5.3.1.2 Ajustes da tecnologia e relação com fornecedor

Alguns sistemas, por serem projetados especificamente para determinados fins, envolve tarefas de treinamento e ajuste de equipamentos. Uma das implicações mais importantes do processo de implantação e progresso do projeto tecnológico, é a adaptação dos recursos humanos às novas exigências observadas no decorrer da rotina da atividade (IIDA, 2005).

Os técnicos tiveram opiniões comuns quanto à principal dificuldade no processo referente à adequação dos oito segundos em que o equipamento é desativado no momento em que as TAG's detectam pedestres no percurso da empilhadeira.

A descarga de BAG's exigia que o operador que estava no controle da movimentação das matérias primas aproximasse das empilhadeiras, e a máquina sempre parava quando ela aproximava no galpão. Para adequar, tivemos que pedir os fornecedores de matérias primas para mandarem todos os materiais em pallets, não havendo a necessidade e o risco de um funcionário ter que colocar as alças dos BAG's no garfo das empilhadeiras. (Isabela, Técnica de Segurança)

O operador Márcio, que trabalha no galpão de matérias primas em tempo integral, ressaltou que muitas vezes teve problemas para empilhar os BAG's após a implantação do

RFID, pois era uma atividade rotineira realizada sem nenhuma dificuldade, mas que se tornou complicada após essas especificações da solução. Ele compartilhou que na época isto foi sinalizado por ele aos técnicos da área, e que reavaliaram a situação:

Todo dia essa trava prejudicava o empilhamento dos BAG's, e geralmente quando a gente tá separando matéria prima pra entregar não pode demorar muito não. Daí eu falei com o Fábio que não dava desse jeito e que a gente ia ter que rever isso, né, porque depois quem é cobrado pelo atraso somos nós né... é quem tá na área. (Márcio, operador da área)

Após isto, os ajustes necessários foram feitos e a atividade foi acompanhada após a ação a fim de certificar a efetividade da mudança.

Segundo o técnico Fábio, o raio para identificação do pedestre também foi alterado de três para sete metros, pois estava muito “em cima” das pessoas que circulavam na área adjacente à empilhadeira.

Inicialmente tivemos a visita dos fornecedores para implantação, ficamos num período de 2 meses para testes e avaliação de eficácia, e por fim a última visita para ajustes finais. Aumentamos o raio de 3m para 7m devido a posição da antena ser antes do início da lança. (Fábio, Técnico de Segurança)

O operador Pedro confirmou esta situação, dizendo muitas vezes sentir necessidade de um espaço maior que pudesse ajudar a prevenir um acidente muitas vezes “bobo”, segundo o mesmo.

Os técnicos Isabela e Fábio, que estavam próximos desde o início da implantação do projeto, ressaltaram a distância como um ponto que gerou certas dificuldades em ajustes simples que era necessário agendamento prévio para realizá-los:

O fornecedor era lá de São Paulo, e por mais que o atendimento fosse bom, a distância atrasou alguns ajustes pequenos, porque precisava agendar a visita deles aqui em Monlevade. Como o fornecedor era o mesmo para toda usina, tinha que conseguir um horário para “aproveitar” a viagem da pessoa, porque muitas áreas também queriam que eles fossem ajudar nos problemas que eles estavam tendo. (Fábio, Técnico de Segurança)

Slack et al. (1999) afirma que muitos fatores podem impactar em um projeto dentre os objetivos definidos durante o estabelecimento do seu escopo. O estabelecimento do escopo é necessário para todas as partes envolvidas, principalmente quando são envolvidos “contratados” externos.

5.3.1.3 Custos do projeto

Scwab (2016) reconhece que as novas tecnologias que fazem parte da Quarta Revolução Industrial requerem um investimento significativo e que, para serem implantadas, deve-se ser feito um estudo dos recursos necessários e analisar o benefício que podem trazer para o cenário em que forem inseridas. Com base no referencial teórico, foi observado que as novas estratégias que impulsionam a competitividade no mercado também refletem a insegurança das organizações em implantar novos projetos, e este desafio impacta na dificuldade em incorporar tecnologias emergentes no fator relacionado aos custos, como é o caso do RFID.

Em relação ao valor do projeto, a técnica Isabela demonstrou estar mais engajada na época com o processo de negociação entre a Gerência e o fornecedor, e esta foi uma dificuldade encontrada devido ao orçamento da área na época, que não foi acrescido mesmo com tal obrigatoriedade e já tinha sido comprometido em outras prioridades.

O preço da solução era alto para o orçamento que a GASUP tem mensalmente, e foi uma dificuldade encontrada pois não aumentaram a verba em nenhum momento. Por ser um projeto que envolve uma tecnologia de ponta, era bem caro, e tivemos que negociar bastante pra chegar um pouco mais perto da nossa realidade. (Isabela, Técnica de Segurança)

Segundo a entrevistada, as negociações demoraram cerca de dois meses e houveram muitos processos até que o contrato de fornecimento fosse formalizado e a proposta aceita pela área. Alguns recursos foram reavaliados na área para que tivessem verba para o projeto e que o investimento fosse priorizado.

O Gerente da Área negociou com o fornecedor e envolveu outras áreas para que conseguissem ter condições melhores para pagamento. Suprimentos não tem um orçamento tão grande quanto outras áreas, mas por ser um projeto que tinha relação com a Segurança e as normas da usina, não tinha como não fazer parte (Entrevista com Isabela, Técnica de Segurança).

De forma geral, poucas dificuldades foram apontadas pelos entrevistados. A resistência inicial foi o principal ponto comum dentre as respostas dos operadores, que não possuíam uma visão estratégica e clara sobre os ganhos do RFID quando a ideia surgiu na área. Foram necessários treinamentos sobre o assunto e apresentação por parte dos supervisores e técnicos de segurança para que pudessem entender o valor que a nova

tecnologia estava trazendo para a área, ajudando na prevenção de acidentes ocasionados por colisões e atropelamentos.

Ressalta-se que pode acontecer em ambientes abertos e fechados, cujo operador se submete à posições desconfortáveis e se deparam com condições desfavoráveis no ambiente, como ruídos, presença de veículos e terceiros, variação de temperatura, pressão dos supervisores, iluminação e obstáculos no caminho (Paoleschi, 2011).

5.3.2 Impactos positivos da nova tecnologia

5.3.2.1 *Redução dos riscos de acidentes*

Para Falzon (2007), a redução dos erros humanos e das falhas técnicas são fatores importantes que auxiliam na garantia da segurança. A estratégia da segurança se apoia na construção de mecanismos que reduzem riscos, sejam eles concretos ou virtuais. Os dispositivos a prova de falhas se enquadram nas barreiras concretas, e permite recuperar o erro ou falha antes que apresente consequências que conduza ao temido acidente.

De acordo com as entrevistas realizadas e a observação da realização da atividade feita na área de Suprimentos os ganhos obtidos com a realização deste projeto e implantação das etiquetas inteligentes foram diversos. Três operadores apontaram em suas entrevistas estar mais seguros em realizar este tipo de atividade desde que a tecnologia entrou em vigor, e se sentem mais resguardados frente às ocorrências que podem tomar em casos de potenciais acidentes causados pelas empilhadeiras operadas por eles.

Segundo eles, mesmo operando com atenção, alguns fatores como o sono poderiam impactar na qualidade da operação - mesmo não trabalhando em turnos -, pois nas demandas em casos de plantões da área (durante madrugadas em finais de semana ou dias úteis), poderiam colidir com algum objeto na área e estarem desatentos devido à esta particularidade. Zocchio (2002, p. 96) afirma que “devem ser aceitar as condições de saúde, estados de ânimos e temperamentos, que, em determinadas, circunstâncias ou ocasiões, propiciem as condições para a ocorrência de acidentes do trabalho”.

Pedro afirmou que já havia acontecido com ele algo parecido, e com o RFID se sentia menos preocupado em ser o pivô de algum acidente:

Sempre que eu vinha de madrugada, dava um medo de não conseguir ver direito o que estava na frente quando ia lá fora pegar um bag de matéria

prima, ou barril de material químico. Agora fico mais tranquilo que com o sistema pelo menos a empilhadeira trava se eu não enxergar alguma coisa no caminho (Entrevista com Pedro, operador da área).

Os plantões são feitos por um colaborador da empresa terceirizada (geralmente os operadores) e por um funcionário da siderúrgica, que auxilia na atividade - mas que nem sempre é apto a operar o maquinário por não possuir o credenciamento necessário para realização da atividade.

5.3.2.2 Redução de riscos de colisões

Outro fator comentado como um ponto positivo foi relacionado ao atropelamento de pedestres, principalmente novos visitantes que não conheciam a área e poderiam se enganar e circular em ambientes indevidos onde há intensa movimentação de equipamentos e materiais totalmente desatentos e passíveis ao risco de serem atropelados pela empilhadeira em movimento. Além de colocar a própria vida em risco, o operador também se via em uma situação complicada pois muitas vezes poderia não perceber a presença de alguém em lugares cuja circulação não era permitida. O operador Helton ressaltou que “*acontecem muitas coisas ao mesmo tempo lá no Almojarifado*” e em alguns carregamentos críticos cujas cargas tapava a visão de quem está operando a máquina, é difícil se concentrar no ambiente externo onde atividades em paralelo acontecem.

Além dos pedestres, há a circulação de veículos de terceiros na área, entre eles: fornecedores, caminhões de carga e descarga da empresa terceirizada que realiza a logística interna na usina siderúrgica e visitantes de outras áreas que vão ao Almojarifado em situações esporádicas. Por mais que existam alguns requisitos para circulação no pátio como equipamentos obrigatórios no veículo (sirene de ré, bandeirola e faixa sinalizadora), velocidade máxima permitida e capacitação para os motoristas dos mesmos, também existia o risco de colisão com as empilhadeiras em áreas de movimentação de materiais que eram acessados por ambos.

Quando questionados sobre este fator, os operadores concordaram que muitas vezes os carros não tinham ciência ao chegar na área que podiam se deparar com estes equipamentos e alguns afirmaram também já não terem percebido a presença deles enquanto estavam operando a máquina:

“Quando a carga é muito grande e a gente só consegue enxergar de um lado, a gente acaba esquecendo de olhar pro outro e pode ter um carro vindo, sem perceber que tem uma empilhadeira passando. Nunca aconteceu comigo, mas já vi gente comentando disso, e se bater já era.” (Helton, operador)

5.3.2.3 *Melhoria das condições de trabalho e confiança para novatos na área*

“Os setores de treinamento e de segurança, juntamente com a supervisão, devem agir para que seja dado bom treinamento aos trabalhadores” (Zocchio, 2002, p.134). Os investimentos em novas tecnologias que minimizam a intervenção humana e automatizam certas tomadas de decisão fazem parte de um processo inovador que traz maior produtividade na rotina e, por isto, são tão importantes (Schwab, 2016).

Atos inseguros como falta de preparo, desinteresse pelo trabalho e excesso de confiança são fatores que causam acidentes e que podem levar à prática de atos inseguros. Em casos como este, é de suma importância que a equipe de supervisão esteja atento aos novos colaboradores para garantir a realização correta das atividades. Pessoas que não possuem habilidade suficiente para operação de máquinas tendem a utilizar recursos improvisados e ficar ansiosas com qualquer tipo de imprevisto, segundo Zocchio (2002).

Houve comentários dos funcionários durante as entrevistas sobre quando entraram na empresa e começaram a operar o equipamento após treinamento teórico e prático. Segundo o operador Geraldo, quando entrou na siderúrgica há cinco anos atrás, era seu primeiro emprego e nunca havia manuseado uma empilhadeira antes, o que ocasionava em grande insegurança e medo de causar algum tipo de acidente durante o turno de trabalho.

Para ele, os que ingressarem na empresa terão uma segurança a mais e se sentirão mais preparados quando forem para campo para realização da atividade:

“Se desde o início você está num ambiente que é seguro e que as pessoas e as máquinas estão de acordo com as normas, você trabalha mais tranquilo e com menos medo de causar um acidente a qualquer momento. É comum a gente ter esse tipo de medo quando chega porque vê esse galpão gigante, esse tanto de material, e esse tanto de gente... (Entrevista com Gerald, operador da área).

Isto foi confirmado pelo recém contratado Márcio, que no seu primeiro dia de trabalho afirmou ter ficado aflito com tamanha responsabilidade diante do processo que estava exposto.

Referente ao mesmo ponto, o controlador de materiais Lucas também afirmou demorar a ter se acostumado com a rotina e com as atividades, principalmente com relação aos procedimentos relacionados à Saúde e Segurança do Trabalho na área, que são muitos. Para ele, tantas normas relacionadas à segurança somada às grandes demandas diárias na área foram difíceis de assimilar, e em muitos casos se via expostos à riscos, principalmente caminhando próximo aos equipamentos em momentos de carregamentos em que o próprio operador poderia, assim como ele, estar desatento ao que acontecia adjacente à ele. Em momentos em que auxiliou na realização do Inventário da área, se viu próximo à máquina auxiliando a empilhar alguns materiais e inerente ao risco de prensamento, que com o RFID não existia o risco. Estar próximo à cargas pesadas que poderiam “tombar” no garfo em que eram empilhados era arriscado, e por não ter nenhuma sinalização anteriormente sobre isso, ignorava o fato de poder sofrer algum tipo de acidente nesta atividade vista como “rotineira” pelo tal.

Os técnicos são os colaboradores que mais enxergaram valor na solução adquirida, principalmente devido à melhoria da condição do trabalho que ocorreu desde então. Ambos participaram do treinamento para os operadores que teve duração de uma semana, uma hora por dia após o expediente. Durante este treinamento, puderam perceber algumas angústias dos que operam os equipamentos e daqueles que estavam adjacentes ao processo através das discussões e depoimentos no decorrer do curso, alguns afirmaram que não podiam confiar que os operadores estavam os enxergando nos pátios e tinham que tomar cuidado em dobro.

Além destes pontos, quando foi questionado sobre as melhorias nas condições de trabalho percebidas, o colaborador Helton mencionou sobre se sentir mais confortável com relação à sua posição dentro da máquina ao operá-la:

Por mais que já fosse feita pra gente sentar de um jeito confortável e a gente operasse com tranquilidade, depois que as TAG's foram colocadas no garfo da empilhadeira eu não precisei mais ficar inclinado no banco para olhar o que estava acontecendo ao redor. Isso ajudou a ter uma postura melhor dentro da empilhadeira quando a gente tá “dirigindo”, pra mim ficou melhor (Entrevista com Helton, operador de empilhadeira).

5.3.2.4 Aumento da segurança de funcionários adjacentes às máquinas

Existem pontos vulneráveis, onde podem ocorrer acidentes com um grande potencial de perdas e lesões de trabalhadores. É recomendado o uso de EPI's para funções que

compreendem riscos mais dispersos, e todo tipo de função deve estar mapeado, até mesmo as que representam um baixo risco e frequência menor de fatalidades (IIDA, 2005).

Para Maria, auxiliar de serviços gerais, o RFID foi muito importante, pois muitas vezes estava em áreas que precisava limpar e organizar cujas empilhadeiras também circulavam, e tinha medo de ser atingida pelo garfo da máquina em alguma manobra que fosse feita de forma errada:

Quando eu ia limpar os galpões de matéria prima, fazia o mais rápido que podia porque tinha medo de ser atropelada ou que algum material caísse perto de mim. Com o RFID, a máquina para na hora e acabo me sentindo mais tranquila porque não posso fugir das minhas obrigações na área. (Entrevista com Maria, auxiliar de serviços gerais).

Com relação aos auxiliares de logísticas entrevistados (metade dos entrevistados no total), dois deles mencionaram que já tiveram expostos ao risco e só conseguiram evitar uma colisão porque “gritaram” quando o equipamento estava se aproximando para avisar ao operador que em contato com o barulho externo somado à distração durante a realização da atividade, não perceberam a presença dos mesmos no local. Por auxiliarem no carregamento dos caminhões e transitarem em todo o pátio transportando materiais e/ou atendendo demandas da área, também possuem as TAG’s em seus capacetes. O conhecimento das condições inseguras facilita o colaborador à adotar medidas seguras na rotina de trabalho, e em casos de perigo iminente, ter reações e comportamentos emergenciais a fim de prevenir desastres (IIDA, 2005).

Quando questionados a respeito, um dos auxiliares disse que é uma “preocupação a menos” olhar para os lados com tanta frequência, porque o efeito sonoro da empilhadeira auxilia na percepção de quando o equipamento está se aproximando no pátio ou galpão do Almojarifado. Carlos, há um ano e dois meses na empresa, ressalta o quanto essa mudança foi positiva e perceptível:

Antes, quando estava indo atrás de um material ou indo conferir alguma coisa na área, corria o risco de nem perceber que a empilhadeira estava vindo, como foi o caso de quando quase fui atropelado e gritei na hora e a pessoa parou. Agora fico mais confiante para andar em alguns lugares, mas mesmo assim tomo cuidado porque não dá pra confiar cem por cento na máquina, né (Entrevista com Carlos, operador da área).

5.3.2.5 *Reputação da área*

De acordo com Rosa (2007), um dos benefícios do RFID é a captura e rastreabilidade de elementos em movimentos em ambientes movimentados, como o de um almoxarifado. Por ser um ambiente que requer constante monitoramento e acompanhamento das atividades, este sistema torna-se um importante investimento para assegurar a segurança do trabalhador que está submetido a condições de risco e perigosas à sua saúde, como o de atropelamento por empilhadeiras em operação.

Os técnicos foram questionados se isto mudou a visão da própria Diretoria Geral perante à Gerência de Suprimentos, este relato ilustra a visão positiva:

Nos apoiaram bastante e acharam interessante ver que nos reinventamos e fizemos o possível para capacitar nossos funcionários e alinhar as expectativas com ele deste projeto. A área de Suprimentos nem sempre é vista como parte da usina por apresentar um risco bem menor se comparado às outras, mas provamos que nos preocupamos tanto quanto a laminação, o alto forno, e outras áreas com o risco muito maior que o nosso em questões relacionados à Segurança, bem estar e as condições dos trabalhadores que estão submetidos a estas funções (Entrevista com Fábio, Técnico de Segurança).

Fábio é membro da Comissão Interna de Prevenção à Acidentes (CIPA), e lembrou de um fato ocorrido no fim de 2018, quando Suprimentos foi reconhecido na Reunião Extraordinária da CIPA como uma das áreas mais comprometidas com o projeto e com uma das melhores execuções dentre as demais. O mesmo ressaltou:

Foi a primeira vez que Suprimentos foi destaque com algum assunto no grupo relacionado à Segurança. Nunca havíamos feito, no tempo que estou aqui - 9 anos - algo que fosse relevante e que impactasse dessa forma nas condições de trabalho da equipe. Ficamos felizes com o resultado e continuamos trabalhando para não termos em nossa estatística acidentes de trabalho na área, principalmente com empilhadeiras. Não tem nem porquê. (Entrevista com Fábio, Técnico de Segurança).

Quanto ao melhor ganho obtido na visão da técnica Isabela, a mesma ressaltou:

O maior ganho com certeza foi a segurança de operar um equipamento que tem grandes históricos de acidentes graves e fatais, com um dispositivo altamente seguro que disponibiliza o conforto de operação próximo a pedestres sem o medo de pontos cegos vir ocorrer um atropelamento ou pensamento de um colega de trabalho. Hoje vemos este projeto como um investimento, não como um gasto mensal que temos para seguir com as obrigatoriedades da Usina. (Entrevista com Isabela, Técnica de Segurança)

De acordo com as entrevistas e diálogos que envolveram desde o escopo do projeto apresentado à área até os dias atuais em que o mesmo já está em vigor, foram perceptível de acordo com a fala dos operadores os ganhos obtidos com a tecnologia, visto que estão extremamente satisfeitos com esta mudança.

6 DISCUSSÃO DOS DADOS

Os funcionários do almoxarifado e os operadores de empilhadeiras sofrem com o intenso fluxo de pessoas, materiais e equipamentos na área, em diferentes graus. Para que a segurança seja assegurada e as atividades aconteçam da melhor forma, a empresa deve buscar entender a realidade destes colaboradores e os riscos a que estão expostos ao realizarem suas atividades e identificar pontos que possam ser melhorados mesmo após a implantação da tecnologia no processo.

No presente estudo, foi possível observar após a observação direta da área e entrevistas semiestruturadas algumas oportunidades de melhoria que podem ser adotadas pela empresa:

- I. Em relação aos procedimentos de segurança, ter o controle dos *check-ins* diários das empilhadeiras que são feitos pelos operadores pré utilização dos equipamentos;
- II. Instruir os operadores a pararem a atividade quando estiverem ocorrendo problemas técnicos com a empilhadora e com as TAGs nos capacetes (em casos onde o equipamento não estiver pausando a atividade);
- III. Promover mais discussões no Diálogo de Saúde e Segurança com temáticas relacionadas à colisões com empilhadeiras a fim de fomentar o assunto com os colaboradores da área para que tragam situações do dia a dia em que enfrentam;
- IV. Realizar treinamentos constantes em casos de ajustes da tecnologia para que todos fiquem cientes das mudanças;
- V. Realizar manutenção preventiva nas empilhadeiras com periodicidade;
- VI. Aumentar a quantidade de capacetes com TAGs para que todas as pessoas da área tenham acesso à tecnologia e tenham mais Segurança caso necessitem ter acesso ao Almoxarifado e aos galpões em algum momento;
- VII. Melhorar a sinalização na área externa e interna onde ocorre circulação de pessoas para que tenham conhecimento da exigência do uso dos capacetes;
- VIII. Adquirir antenas reservas com o fornecedor como forma de prevenção à interrupção do processo, visto que é uma exigência a utilização das mesmas em todas as empilhadeiras da área – e possuem poucos equipamentos do tipo;

- IX. Realizar um treinamento para novatos na área sobre a tecnologia a fim de alterá-los sobre os riscos da atividade e instruí-los sobre o assunto;
- X. Conversar com a área operacional e administrativa sobre o projeto a fim de tornar mais claro para todos os níveis hierárquicos a importância do RFID e a relevância para a Segurança da área de Suprimentos.

Por se tratar de um projeto recente cujos impactos têm se mostrado gradativamente, ainda não é possível determinar o cenário ideal da tecnologia, pois ajustes e melhorias serão necessários e constantes. Cabe à empresa escolher as melhores práticas e ajustes para que o processo ocorra de forma eficiente, dentro das normas de Segurança e com o RFID em vigor os auxiliando a minimizar o risco na área. Assim, realizando um acompanhamento próximo aos colaboradores e compreendendo a atividade de trabalho com foco sempre em melhorar as condições do ambiente em que estão inseridos.

A inovação em uma nova tecnologia trouxe muitos impactos positivos para a área, que se sobressaíram se comparados às dificuldades encontradas (posteriormente superadas) na implantação do projeto. O investimento em um projeto do tipo trouxe evidências que a indústria 4.0 tem muito a agregar para a indústria tradicional, como a siderurgia, pois traz propostas de automação e redução da intervenção humana através da Internet das Coisas (como é o caso do RFID) com inúmeros benefícios, como na Segurança do Trabalho.

Embora existam muitas dificuldades e empecilhos na implantação de projetos que envolvem tecnologias complexas que reduzem a intervenção humana nos ambientes em que são inseridas, é importante superá-los e pensar no que podem agregar aos processos, tornando-os mais confiáveis e assertivos. A indústria 4.0 ainda está acontecendo e em processo de evolução em países emergentes como o Brasil, mas através de pequenas iniciativas é possível consolidá-la em diversos mercados, como o caso da siderúrgica deste presente estudo – uma das indústrias mais tradicionais do mercado.

Novas políticas de segurança têm se tornado cada vez mais comuns, e quando inseridas tecnologias e dispositivos que auxiliem no monitoramento e controle dos riscos, podem ser muito úteis às rotinas se combinadas à treinamentos e procedimentos difundidos para trabalhadores que estão em ambientes que existam riscos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de trabalho na rotina de um colaborador em ambientes industriais compreendem diversos riscos que podem ocasionar em algum tipo de lesão ou fatalidade. Os que possuem algum tipo de interação com equipamentos e máquinas estão em um cenário ainda mais crítico, pois requer maior atenção e cuidado no manuseio dos mesmos para que não coloquem a própria vida e a vida de pessoas adjacentes em risco. As organizações devem estar cada vez mais atentas a estes riscos e se comprometerem a zelar pela segurança e bem-estar dos funcionários, tornando suas rotinas produtivas dentro dos padrões e normas relacionados à saúde e segurança do trabalhador.

Um dos desafios da Engenharia de Produção é a organização do trabalho de forma funcional, equilibrando as demandas e produtividade desejada das empresas com as condições de trabalho e tarefas realizadas pelos funcionários, sempre levando em consideração as suas limitações e o ambiente em que estão inseridos. É de suma importância que o engenheiro esteja atento às novas tendências e tecnologias do mercado que podem ser agregadas aos processos a fim de melhorá-los e torna-los mais eficazes e menos propensos a falha humana.

Esta pesquisa teve como proposta a análise do impacto de implementação da tecnologia RFID com relação à movimentação de pessoas, materiais e equipamentos em um Almoarifado como forma de prevenção à acidentes e atropelamentos ocasionados por empilhadeiras. Para atingir o objetivo, foi estruturado um referencial bibliográfico sobre almoarifados, indústria 4.0 e a segurança do trabalho, relacionando conceitos diferentes em prol do objetivo do projeto realizado na siderúrgica. Além disto, a análise ergonômica do trabalho possibilitou compreender melhor a realidade dos operadores, suas condições, dificuldades e impressões, a fim de propor melhorias para que a empresa possa adotar.

A metodologia que envolveu a observação direta da autora e as entrevistas semiestruturadas realizadas com os funcionários foram extremamente importantes para conhecimento e análise do ambiente e condições de trabalho do ponto de vista dos operadores, essenciais para identificar os impactos positivos e os desafios que tiveram na implantação do RFID na área de Suprimentos.

Durante o período de elaboração da pesquisa, alguns fatores que dificultaram foram a falta de disponibilidade dos colaboradores para as entrevistas, por ocorrerem durante o

horário comercial e o término do estágio da autora do estudo, pois o contato com a área seria maior e novas impressões poderiam surgir enquanto esteve ausente da empresa. Além disto, também não foi disponibilizado pela empresa dados históricos relacionados à acidentes que envolviam empilhadeiras na gerência de Suprimentos para enriquecimento da pesquisa.

Em futuras oportunidades para realização de novos estudos acerca do tema na área, é possível realizar um plano de acompanhamento do projeto feito na área, a fim de documentar oficialmente os avanços e problemas recorrentes para gestão do conhecimento. Também pode ser feito um estudo profundo sobre a redução de ocorrências de potenciais acidentes pós RFID na área a fim de mensurar o aumento da segurança do processo.

REFERÊNCIAS

ABERGO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA, 2002. **Definição de ergonomia**. Disponível em: < <http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>. > Acesso em 02 de junho de 2019.

ALVARO, Zocchio. **Prática da Prevenção de Acidentes**. 7^a. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002. 278 p.

ANDERL, Reiner. **Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation**. Automatisierungstechnik, p. 1-2, 2015.

ANDREÓNI, D. **Occupational safety, development and implementation of**. In: **Parmeggiani, L. (Ed.) Encyclopedia of Occupational Health and Safety**. Genève: International Labour Office, v.2, p.1535-1538, 1989.

ARBACHE, F. S.; SANTOS, A. G.; MONTENEGRO, C. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. São Paulo: FGV, 2011.

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais**. 1^a ed., São Paulo: Atlas, 2006.

BATALHA, Mário Otávio et al. **Introdução à engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações: operador de empilhadeira**. Disponível em: < <http://www.ocupacoes.com.br/cbo-mte/782220-operador-de-empilhadeira>>. Acesso em 30 de maio de 2019;

BRETTEL, M., Friederichsen, N., Keller, M.; ROSENBERG, M. **How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an**

industry 4.0 perspective. *International journal of mechanical, industrial science and engineering*, 8(1), 37-44, 2014.

CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA, 2018. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/3493-belgo-agora-arcelormittal-aos-longos> Acesso em: 02 de junho de 2019.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CORTEZ, C.; SILVA, D. Implicações do estresse sobre a saúde e a doença mental. In.: **Arquivos Catarinenses de Medicina**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 96-108, 2007;

DUROC, Y.; KADDOUR, D. **RFID potential impacts and future evolution for Green projects**. In: *Energy Procedia*, Elsevier/Science Direct, vol. 18, 2012, pp.91---98.

EUROBAROMETER. European Union Citizen's Views about Privacy. **Special Eurobarometer**, p.196, 2003.

FALZON, P (org). **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 116 p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Comprender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

HAHN, José Rizzo. **Saiba o que é a Indústria 4.0 e descubra as oportunidades que ela gera**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/saiba-o-que-e-a-industria-40-e-descubra-as-oportunidades-que-elaera,11e01bc9c86f8510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

HUBAULT, F. **Do que a ergonomia pode fazer análise? In: DANIELLOU, F. (Coord.). A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. p. 105-140.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2 Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. 2013. Disponível em: <<http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-40-final-report-of-the-industr.html>>. Acesso em: 20 de maio de 2018.

LAPA, R.P.; GOES, M.L.S. **Investigação e Análise de Incidentes**. 1ª Edição. São Paulo: Edicon, 2011. 368p.

LEE, H.; OZER, O. **Unlocking the value of RFID. Production and Operations Management**, v. 16,n. 1, p. 40-64, 2007.

LEE, Jay; KAO, Hung-An; YANG, Shanhu. **Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. Procedia CIRP**. 2014;

LEPLAT, J. eRASMUSSEN, J., **Analysis of Human Errors in Industrial Incidents and Accidents for Improvements of Work Safety**. *Accid. Anal. and Prev.* 16(2), 77-88, 1984.

LIMA, Anderson Silva de; PESSOTI, Gustavo Casseb. **Análise do padrão de concorrência na indústria siderúrgica brasileira**. Revista De Desenvolvimento Econômico – RDE. Salvador. Ano XIII. N. 23. P. 53/64. Julho. 2011;

LOBATO, Thiago Dorneles. **Prevenção de acidentes de trabalho nas operações de armazenagem: o gerenciamento de riscos voltado ao fator humano da organização**. 2016. 20 f. Monografia (Especialização em Gestão Aplicada em Logística) – Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008;

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 17**. Brasil, 2018. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>. Acesso em: 10 de maio 2019.

PAOLESCHI, Bruno. **Almoxarifado e Gestão de Estoques**. 1ª ed. São Paulo: Érica LTDA, 2011.

PARK, K. S.; KOH, C. E.; NAM, K. T. **Perceptions of RFID technology: a cross national study**. Industrial Management & Data Systems, n.110, p.682 - 700, 2010.

PRADO, Neli R. da Silveira Almeida; PEREIRA, Néocles Alves; POLITANO, Paulo Rogério. **Dificuldades para a adoção de RFID nas operações de uma cadeia de suprimentos**. XXVI ENEGEP. Fortaleza, CE, 2006.

PRESSER, M.; GLUHAK, A. The Internet of Things: Connecting the Real World with the Digital World, EURESCOM mess@ge -The Magazine for Telecom Insiders, vol. 2, 2009.

RFID JOURNAL BRASIL. **Perguntas frequentes sobre o RFID**. Brasil, 2011. Disponível em: <<https://brasil.rfidjournal.com/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 31 maio 2019.

RODRIGUES, Felipe Fontes. **Estratégias da Indústria Siderúrgica Brasileira diante do Impacto do “Fator China”**. 2007. 219 f. Dissertação (Mestrado Em Administração) - Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2007.

ROSA, Cláudio Afrânio. **Como elaborar um plano de negócio**. 01 Ed. Brasília: SEBRAE, 2007. Disponível em: . Acesso em 30/06/2019.

SABBAGHI, A.; VAIDYANATHAN, G. **Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges**. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research ISSN, v.3, n.2, p.71-81, 2008.

SANTINI, Arthur Gambin. **RFID: Conceitos, Aplicabilidade E Impactos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 81 p.

SATO, L. **Qualidade de Vida**, 1999. (Mimeo.)

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. 1ª ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas S.A., 1999

SRIVASTAVA, B. **Radio frequency ID technology: the next revolution in SCM**. Business Horizons, v. 47, n. 6, p. 60-68, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZELBST, P.J.; GREEN JR, K.W.; SOWER, V.E. **Impact of RFID technology utilization on operational performance**. Management Research Review, [s.l.], v.33, n.10, p.994-1004, 2010.