

FACULDADE DOCTUM
ISAAC VINÍCIUS DA TRINDADE DE ÁVILA

**Proposta de aplicação do Sistema RFID na Leitura de Etiquetas em uma
Siderúrgica**

Juiz de Fora
2018

ISAAC VINÍCIUS DA TRINDADE DE ÁVILA

Proposta de aplicação do Sistema RFID na Leitura de Etiquetas em uma Siderúrgica

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial para conclusão do curso de Engenharia de Produção

Orientação:

Projeto: Prof^{fa}. Msc. Natália Fernandes Pinto

Juiz de Fora

2018

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

ÁVILA, Isaac Vinicius da Trindade.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO SISTEMA RFID NA LEITURA DE
ETIQUETAS EM UMA SIDERÚRGICA / Isaac Vinicius da Trindade
Ávila - 2018 N° folhas 40

Monografia (Curso de Engenharia de Produção) – Faculdade Doctum
Juiz de Fora.

1. RFIDE. 2. Etiqueta inteligente. 3. Automação. 4.
Indústria 4.0.

I. Título. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

ISAAC VINICIUS DA TRINDADE DE AVILA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO SISTEMA RFID NA LEITURA DE ETIQUETAS
EM UMA SIDERÚRGICA**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): MSc. Natália Fernandes Pinto

Prof^a. Msc. Natália Fernandes Pinto
Orientador (a) e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Especialista Marcelo Tadeu Domith
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof^a. Msc. Thássia Vieira Marchi
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/___.

RESUMO

ÁVILA, Isaac. **Proposta de aplicação do Sistema RFID na Leitura de Etiquetas em uma Siderúrgica**. 40 Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, ano 2018.

O termo indústria 4.0 surgiu pela primeira vez na Alemanha e envolve a evolução e o aperfeiçoamento das máquinas, um processo que começou na primeira Revolução Industrial e nunca mais parou. Desde então todos os seguimentos industriais buscam aprimorar e otimizar seus processos. E no setor Siderúrgico não é diferente, principalmente na Logística onde empregam-se constantemente a utilização tecnologias para otimizar a operação. Este projeto avalia o processo atual de leitura de etiquetas tradicionais por código de barras para que seja estudada a implantação do RFID (Radio Frequency IDentification) tornando este processo de leitura automático e efetuado pelo equipamento de movimentação de bobinas de Fio-Máquina e Vergalhão.

Palavras-chave: RFID, siderúrgico, logística, bobina, Fio-Máquina.

ABSTRACT

The term industry 4.0 first appeared in Germany and involved the evolution and improvement of machines, a process that began in the first Industrial Revolution and never stopped again. Since then all industrial segments seek to improve and optimize their processes. And in the steel industry is no different, especially in logistics where they are constantly using technologies to optimize the operation. This project evaluates the current process of reading traditional labels by bar code to study the implementation of RFID (Radio Frequency Identification) making this process of automatic reading and done by the equipment of movement of coils of wire-rod and rod-coil.

Keywords: RFID, siderurgical, logistics, coil, wire-rod.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fluxo simplificado de produção do aço | 19 |
| Figura 2 - Estrutura básica do identificador RFID | 20 |
| Figura 3 - Fluxo Atual de carregamento | 24 |
| Figura 4 - Tags RFID..... | 26 |
| Figura 5 - Antenas na empilhadeira para a leitura da identificação dos rolos | 27 |
| Figura 6 - Tag RFID para a identificação do rolo de fio máquina, duas tags com a mesma identificação para cada rolo..... | 28 |
| Figura 7 - Antena lateral na empilhadeira – função: leitura das tags RFID de posicionamento..... | 28 |
| Figura 8 - Tag RFID de posicionamento das baias | 29 |
| Figura 9 - Duas antenas RFID instaladas abaixo da cabine da ponte para a leitura das 06 tags de identificação dos rolos de fio máquinas durante os processos logísticos. | 30 |
| Figura 10 - Posicionamento das antenas RFID na haste do chão à altura correspondente ao projeto. | 31 |
| Figura 11 - Três rolos de fio máquina enfileirados e etiquetados com tag RFID, 02 tags para cada rolo..... | 31 |
| Figura 12 - Antena RFID na haste posicionada na altura requerida do projeto Estoque Inteligente..... | 32 |
| Figura 13 - Leitura da identificação dos 06 (seis) rolos içados pela ponte rolante de gancho PR 106. EPCs A001, A002, A003 - identificação dos rolos no pistão direito; EPCs A005, A006, A008 - identificação dos rolos no pistão esquerdo. | 32 |
| Figura 14 - Quatro rolos de fio máquina identificados pela tag RFID e imantados pela PR 107. | 34 |
| Figura 15 - Antena RFID na haste posicionada na altura requerida do projeto Estoque Inteligente..... | 34 |
| Figura 16 - Fluxo de carregamento com RFID | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Tag RFID utilizado na Prova de Conceito em Juiz de Fira..... | 26 |
| Tabela 2 - Tag de posicionamento escolhida..... | 27 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------|--|
| RFID | Rádio Frequência Identificação |
| JIT | Just-in-Time |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| POC | Prova de Conceito |
| EPC | Código Eletrônico de Produto |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. | Objetivos | 12 |
| 2.1. | <i>Objetivo Geral</i> | 12 |
| 2.2. | <i>Objetivos Específicos</i> | 12 |
| 3. | REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 3.1. | <i>Revoluções Industriais</i> | 12 |
| 3.1.1. | <i>Primeira Revolução Industrial</i> | 12 |
| 3.1.2. | <i>Segunda Revolução Industrial</i> | 13 |
| 3.1.2.1. | <i>Consolidação da ciência da administração</i> | 14 |
| 3.1.2.2. | <i>A Abordagem Quantitativa</i> | 14 |
| 3.1.2.3. | <i>Qualidade e Excelência Organizacional</i> | 14 |
| 3.1.3. | <i>Terceira Revolução Industrial</i> | 15 |
| 3.1.4. | <i>Quarta Revolução Industrial</i> | 16 |
| 3.2. | <i>Resumo Histórico do Aço</i> | 17 |
| 3.3. | <i>Indústria Siderúrgica no Brasil</i> | 18 |
| 3.4. | <i>Processo de Fabricação do Aço</i> | 19 |
| 3.5. | <i>RFID</i> | 20 |
| 4. | METODOLOGIA | 21 |
| 5. | ÁREA DE ESTUDO | 22 |
| 6. | Análise dos Resultados | 23 |
| 6.1. | <i>Cenário Atual de leitura de etiquetas</i> | 23 |
| 6.2. | <i>Análise de viabilidade de implantação RFID</i> | 25 |
| 6.3. | <i>Modelos de tags RFID</i> | 25 |
| 6.4. | <i>Tag RFID de posicionamento</i> | 26 |
| 6.5. | <i>Prova de Conceito: Empilhadeira</i> | 27 |
| 6.5.1. | <i>Processo</i> | 29 |
| 6.6. | <i>Prova de Conceito: Ponte rolante de gancho</i> | 30 |
| 6.6.1. | <i>Processo</i> | 31 |
| 6.7. | <i>Prova de Conceito: Ponte rolante eletroímã</i> | 33 |
| 6.7.1. | <i>Processo</i> | 33 |
| 6.8. | <i>Análise final da proposta de implantação do sistema RFID</i> | 35 |
| 7. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 37 |
| 8. | Bibliografia | 38 |

1. INTRODUÇÃO

A Logística é uma área da indústria moderna tem se tornado cada vez mais importante e que representa um fator de sucesso no mercado seja ele nacional ou internacional. Conhecer as suas operações e seus conceitos tem se tornado cada vez mais algo fundamental para o sucesso e evolução das organizações industriais.

Ela contribui diretamente com todas etapas produtivas (abastecimento de matérias-primas, produção, estoque, expedição, cliente), ou seja, toda a cadeia de suprimentos está ligada intimamente a Logística.

Práticas otimizadas são possíveis a partir dos ganhos que dados informativos, atualizados e abrangentes, conseguem disseminar em determinado segmento da economia. Ao mesmo tempo a partir dos benefícios do compartilhamento das informações adequadas com os outros membros da Cadeia de Suprimentos (BALLOU, 2006).

Desde o começo dos anos 2000, verifica-se em classe mundial, o evidente aperfeiçoamento na performance das atividades que integram a Cadeia de Suprimentos por meio de uma variedade de ações por exemplo, Kanban, ISO 9000, Seis Sigma, entre outras. Além disso, aumenta-se os investimentos em recursos tecnológicos para se tornarem mais competitivas e alcancarem mercados maiores. Portanto, fazer uma gestão eficiente de armazenagem de produtos acabados gera maior fluidez dos produtos e menores tempos de entrega ao cliente.

Com o advento da indústria 4.0 e suas aplicações, as indústrias passam a abrir suas portas aos novos conceitos e uso de inovações tecnológicas na gestão de armazenagem. O RFID, por exemplo, tem se tornado um grande aliado as indústrias nas leituras de etiquetas de seus produtos.

Com a identificação de cada produto por radiofrequência, a Cadeia de Suprimentos se capacita para uma grande transformação. Como a tecnologia se torna presente em todos os lugares, proporcionará sem ruptura, a absoluta interação em toda a cadeia de valor - de fornecedores a clientes finais, vistas em um cenário mais amplo. A tecnologia RFID é cabível em qualquer instante em que um sistema de identificação único é necessário (HESSEL, 2009). Uma etiqueta inteligente (dotada de um chip e antena RFID) pode repassar informações como a localização de um produto

em um depósito ou até mesmo em operações complexas quanto à linha montagem de um veículo.

Portanto, neste estudo será apresentado o projeto de identificação de bobina de fio-máquina e vergalhão por RFID, com a finalidade de otimizar o processo de expedição de produtos laminados na ArcelorMittal Juiz de Fora e o aumento da segurança operacional nesta atividade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Apresentar um projeto de viabilidade da aplicação da tecnologia RFID na expedição de produtos laminados (bobina de fio-máquina e vergalhão) analisando o processo atual de leitura de etiquetas, atualmente executado pelo homem, para ser realizado pelos equipamentos utilizados para a movimentação destas bobinas.

2.2. Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico acerca do tema estudado;
- Verificar o processo atual de identificação das bobinas de fio-máquina e vergalhão;
- Apresentar o passo a passo de um projeto de viabilidade para a implantação do RFID.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Revoluções Industriais

3.1.1. Primeira Revolução Industrial

A revolução industrial teve como berço a Inglaterra, a partir da segunda metade do séc. XVIII, quando o surgimento das fábricas e a criação das máquinas a vapor

alavancaram as vertentes que o mercantilismo foi iniciado. O aparecimento de um novo tipo de organização, a empresa industrial, favoreceu a alteração do processo de produção feita a mão pelo processo de produção mecânica e fabril, o que acabou por causar influências nunca antes imaginadas nas técnicas de produção e de administração. A Revolução Industrial começou a ser, naturalmente, considerada o marco primário do processo formador da administração da produção conforme conhecida nos dias de hoje, pois esta pleiteou inovadoras técnicas gerenciais de produção, específicas para a indústria.

As organizações industriais pioneiras utilizaram o carvão como fonte de energia e o ferro como insumo de origem para a confecção de produtos e, principalmente, para a produção das suas máquinas industriais, que começavam a aparecer. Este primeiro período manteve-se restrito à Inglaterra, com a preponderância da produção têxtil e o aparecimento do motor a vapor, propulsionado por carvão.

Nesta época surgiram os principais formadores dos conceitos da administração da produção como: James Hargreaves (1767) com a Invenção da primeira máquina de fiar, Adam Smith (1776) com a introdução de uma nova doutrina econômica em sua célebre obra “A riqueza das nações”, James Watt (1776) com o aperfeiçoamento do motor a vapor o que permitiu seu uso industrial, entre outros. (J. PEINADO, A. GRAEML, 2007).

3.1.2. Segunda Revolução Industrial

Este foi o período em que ocorreu “a maior mudança” na Revolução Industrial, originada na Inglaterra. Se espalhou pela Europa, América e Ásia, aumentando a concorrência e proporcionando o desenvolvimento da indústria de bens de produção. Aconteceu neste período a descoberta do processo de produção do aço industrial, em alternativa ao ferro, simultaneamente à utilização de diferentes formas de energia, mais limpas, eficientes e acessíveis, como a eletricidade e o petróleo, em alternativa ao carvão.

Em 1880, estimava-se que tinha 2,7 milhões de trabalhadores nas fábricas dos Estados Unidos. Duas décadas depois, este número já ultrapassava os 4,5 milhões.

Foram responsáveis por estas mudanças nomes como: Henry Bessemer (1856) com seu estudo sobre o processo de fabricação do aço industrial, Gottlieb

Daimler (1873) e seu aperfeiçoamento do motor a combustão que precedeu a invenção do automóvel em parceria com Karl Benz. (J. PEINADO, A. GRAEML, 2007).

3.1.2.1. Consolidação da ciência da administração

Neste momento de importantes transformações na indústria, grandes inovações tornaram o terreno mais fértil para que aventureiros pudessem se encorajar mais nas análises e desenvolvimento de teorias que contribuíram com o estudo da arte da produção aliada as ciências. Este período ficou conhecido como da literatura das teorias da administração como a abordagem clássica, por exemplo (Taylor, Gilbreth, Gantt, Ford, Fayol). (J. PEINADO, A. GRAEML, 2007).

3.1.2.2. A Abordagem Quantitativa

A abordagem quantitativa teve origem na Segunda Guerra Mundial. Equipes multidisciplinares de matemáticos, físicos, estatísticos e outros especialistas foram formados para criar ferramentas mais eficientes que as existentes para auxílio à tomada de decisão, a princípio em assuntos de interesse militar. Como estes problemas estavam ligados a materiais, armazenamento, logística, pessoas e outras questões similares às de qualquer organização, as ideias e técnicas desenvolvidas foram aceleradamente aplicadas por organizações civis. (J. PEINADO, A. GRAEML, 2007).

3.1.2.3. Qualidade e Excelência Organizacional

Os fatores da qualidade do que se fabrica são inerentes ao processo de produção. No começo das indústrias, a abordagem dos aspectos da qualidade possuía cunho principalmente operacional e corretivo, voltado para a inspeção. Porém, em decorrência da introdução do JIT (Just-in-Time) e da produção enxuta, as indústrias começaram a se preocupar com a identificação e redução de qualquer tipo de desperdício. Esta abordagem se voltou aos fatores estratégicos da qualidade, prevenção de falhas e ao combate profundo aos desperdícios. A inspeção e controle

estatístico da qualidade (operacionais) progrediram em direção à gestão da qualidade total (estratégica). (J. PEINADO, A. GRAEML, 2007).

3.1.3. Terceira Revolução Industrial

De acordo com Singer (1996), a Terceira Revolução Industrial difere-se por diversos fatores das outras revoluções, uma vez que leva ao rápido crescimento da produtividade do trabalho no que se refere à indústria e serviços, principalmente àqueles que recolhem, processam, disseminam e arquivam informações. Neste período ocorreu a mudança do trabalho humano por um computador e a propagação do autosserviço, entendido pela alta transferência de uma variedade de operações das mãos de funcionários que atendem ao público para o Autor usuário (SINGER, 1996).

Almeida (2005) enfatiza que a Terceira Revolução Industrial alavancou o desenvolvimento de circuitos digitais e, em seguida, os circuitos integrados, microchips. Estes elementos transformaram severamente os meios de informação e comunicação, com a proliferação da internet e do comércio eletrônico.

Moraes e Fadel (2008) ressaltam o nascimento do computador como principal ferramenta de mudança intensa nos meios de comunicação, capaz de modificar radicalmente os padrões de produção e de trabalho. De acordo com as autoras:

O aparecimento e desenvolvimento do computador e a sua mais recente associação junto aos meios de comunicação já existentes, como a televisão e o telefone, confirmam a passagem para um estágio superior na produção de informações e comunicações (MORAES; FADEL, 2008, p.2).

Singer (2004) declara que se tornou possível organizar eficientemente um vasto número de fornecedores independentes a partir do aperfeiçoamento da informática e comunicação por satélite. Segundo o autor:

O enxugamento começou com serviços de menor importância, como os de vigilância, limpeza, fornecimento de refeições etc., mas rapidamente atingiu outros, como os legais, de seguros, de contabilidade, de treinamento, de

seleção de pessoal (inclusive 23 executivos) e, finalmente, a produção propriamente dita. (SINGER, 2004, p.7)

De acordo com Alves (2005, p.413-414), o Toyotismo adaptou-se a um novo modelo de indústria capitalista, atrelado à Terceira Revolução Industrial, o qual necessita de uma renovada singularidade da força de trabalho e do trabalho vivo, tendo em vista que “[...] as novas tecnologias de base microeletrônica, em virtude de sua complexidade e alto custo, exigem uma nova disposição subjetiva do trabalho em cooperar com a produção”.

Para Druck (1999) o Toyotismo apresenta quatro propriedades fundamentais, sendo elas: 1) sistema de trabalho eficaz e que assegurasse benefícios para os colaboradores; 2) sistema de organização e gestão baseado em fabricar na porção justamente demandada (Just in Time) com placas/senhais responsáveis por controlar o ressuprimento do estoque (Kanban) e trabalho em grupo; 3) sistema de representatividade sindical; 4) sistema de ligações hierarquizadas entre organizações de grande porte e as de médio e pequeno porte.

Conforme Wood (1992) é possível compreender melhor o Toyotismo como uma junção entre as ideias baseadas na Administração Científica e nos meios de produção Just in Time, as concepções de monitorado de qualidade do período e a importância associada às ligações por meio de prestadores e usuários finais.

3.1.4. Quarta Revolução Industrial

Almeida (2005, p.1) declara que o planeta está no início de uma nova Revolução Industrial, mais inovadora e desafiadora do que as revoluções anteriores. Nesta é possível identificar uma transformação profunda dos processos e produtos da economia industrial atual “[...] por meio da aplicação do infinitamente pequeno as mais diferentes utilidades da vida diária”.

Gaia (2016) enfatiza que o atual momento das organizações também chamado de Indústria 4.0, mostra uma capacidade ampla de aperfeiçoar a gestão dos processos produtivos do segmento industrial. O autor ainda declara que com a vinda da era da Internet das Coisas, terá a possibilidade de tudo se ligar a partir da ativação de um sistema, conforme mostra o exemplo no excerto abaixo:

Virtualmente, ou seja, sem a necessidade da presença física na fábrica ou na própria residência, poderemos acionar máquinas, interligar equipamentos e seus acessórios, ligar a cafeteira para deixar um café preparado no momento de chegar a casa, adiantar tarefas domésticas, gerenciar o estoque de alimentos da dispensa e saber quando é preciso ir ao supermercado, entre outras possibilidades. (GAIA, 2016, p.1)

Morais e Monteiro (2016) evidenciam alterações consideráveis nos âmbitos sociais, políticos e econômicos. Tais alterações são consequentes em maior parte, de avanços tecnológicos. Percebe-se que os primeiros momentos de desenvolvimento no começo do planeta (Períodos Paleolítico, Neolítico, Idade dos Metais e Fim da Idade Média) não permitiam grandes saltos no que se refere aos avanços tecnológicos. De outra forma, constata-se que a partir do período da Primeira Revolução Industrial o progresso tecnológico aumenta significativamente até chegar ao período atual, a Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (MORAIS e MONTEIRO; 2016).

Em concordância, Brynjolfsson e McAfee (2014) declaram que a digitalização de praticamente tudo é o fenômeno de maior importância dos últimos anos. Ao passo que a economia global se aprofunda na era da Indústria 4.0, a digitalização continua a se proliferar com ritmo acelerado comprovando-se em estatísticas jamais antes observadas. Ainda de acordo com os escritores a digitalização, em diferentes palavras, equivale à transformação de todos os tipos de dados e mídia, como textos, sons, imagens, vídeo, dados de ferramentas, sensores e mais, na linguagem nativa dos computadores. Eles ainda afirmam que, nos últimos anos, o fenômeno da digitalização desenvolveu em sentidos não imaginados no que se refere às características de volume, diversidade e agilidade. Com isso, há a ocorrência de duas fundamentais consequências: inovadoras maneiras de obter conhecimento e integrar ciência; e altas taxas de inovação.

3.2. Resumo Histórico do Aço

O aço foi definido pela Revolução Industrial com o surgimento de fornos que permitiam não só reduzir as impurezas do ferro, como também adicionar-lhes

propriedades como resistência ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do seu menor custo o aço está a representar cerca de 90 % de todos os metais utilizados pela sociedade industrial. A sociedade no atual estágio de desenvolvimento, é impossível pensar o mundo sem o uso do aço. A sua produção é um excelente parâmetro do que é a produção de equipamentos. Tais materiais já passaram a ser cotidianos, mas estágio de desenvolvimento econômico de uma nação. Seu consumo aumenta junto com a construção civil produzi-los requer habilidade que deve ser atualizada de forma cíclica, por isso o investimento constante das siderúrgicas em pesquisa e tecnologia. O início e o processo de aprimoramento do uso do ferro representaram grandes desafios e triunfos para a civilização (INSTITUTO AÇO BRASIL,2011).

3.3. Indústria Siderúrgica no Brasil

De acordo com o Instituto de Aço Brasil o setor siderúrgico é representado por 14 companhias privadas, controladas por onze grupos cooperativos e atuando com 30 usinas espalhadas por 10 estados brasileiros, o setor do aço no Brasil foi responsável pela produção, em 2015, de 33,3 milhões de toneladas de aço bruto, levando o país a se estabelecer na 8ª posição no ranking da produção global. (Instituto do Aço Brasil, 2018)

O emprego “per capita” de aço no Brasil, que vem se conservando na ordem dos 92 kg/hab./ano desde os anos 80 está muito aquém dos valores vistos nas economias de primeiro mundo, com consumo a 400 kg/hab./ano. O menor consumo “per capita” mostra que, além da evolução comum decorrente da regular atividade econômica, há alto potencial de crescimento que pode ser realizado através do impulso do uso do aço, a exemplo do que é normalmente feito nos países mais desenvolvidos. No atual estágio da economia nacional a evolução do consumo de aço apresenta elasticidade de capital elevado e forte correlação com os ganhos no PIB e do produto industrial. Cinco grandes setores - construção civil, automotivo, bens de capital, utilidades domésticas e comerciais, embalagens e recipientes simbolizam mais de 80 % do consumo de aço no Brasil. (Instituto do Aço Brasil, 2018)

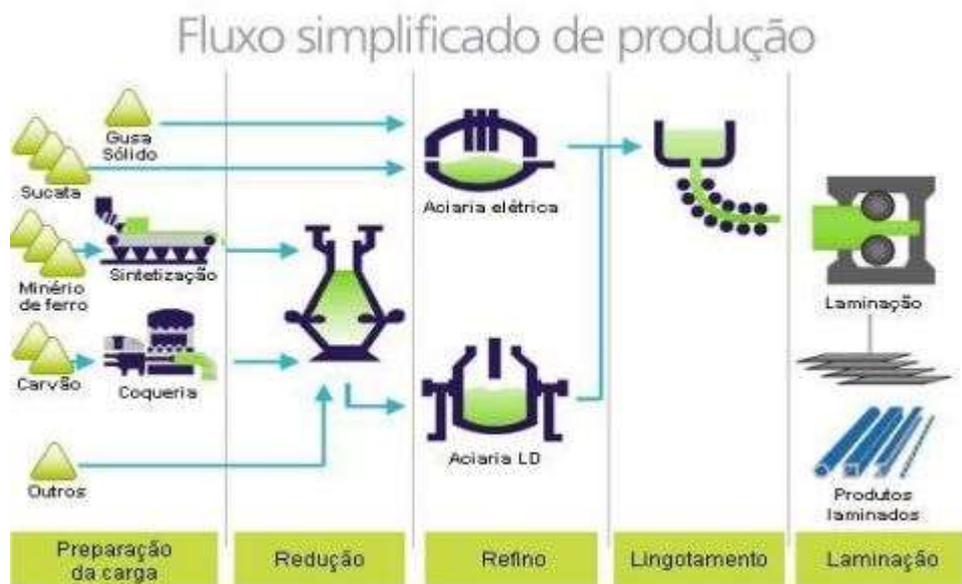
A siderurgia brasileira fabrica a quase completude dos produtos demandados pelo mercado nacional e atende a mais de 95 % do consumo interno. Dedicase

também em promover a ampliação do mercado através de alianças com setores de consumo para maior competitividade das cadeias e o aperfeiçoamento de novos usos para os produtos siderúrgicos. Calcula-se que a metade dos aços utilizados atualmente não existia anteriormente ao início dos anos 90. Novos aços permanecerão sendo desenvolvidos, abrangendo às necessidades do mercado e sustentando a essencialidade do produto aço. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2018)

3.4. Processo de Fabricação do Aço

De maneira básica, o aço é uma liga de ferro e carbono. O ferro é achado em toda crosta terrestre, predominantemente associado ao oxigênio e à sílica. O minério de ferro é um óxido de ferro, mesclado com areia fina. O carbono é também relativamente farto na natureza e pode ser achado por diversas formas. Na siderurgia, é utilizado o carvão mineral ou carvão vegetal. De forma simplificada podemos observar na figura 01 o fluxo de produção do aço.

Figura 1 - Fluxo simplificado de produção do aço



Fonte: INSTITUTO DE AÇO BRASIL, 2009

Na etapa de redução, o ferro se liquefaz se tornando em ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Outros elementos como calcário, sílica etc. formam a escória, que é utilizada para a produção de cimento.

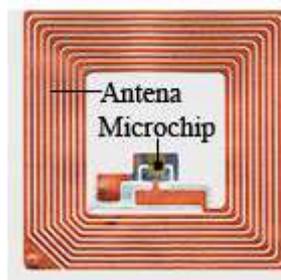
A próxima etapa do processo é o refino. O ferro gusa é encaminhado para a aciaria, no estado líquido, para ser convertido em aço. O refino do aço é feito em fornos a oxigênio ou elétricos.

Após passar pela aciaria o aço chega na etapa da laminação. Em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e remodelado, se transformando no produto que faz parte do estudo, a bobina de fio-máquina e vergalhão. (INSTITUTO AÇO BRASIL,2018).

3.5. RFID

RFID é uma abreviatura para Radio-Frequency IDentification, oriunda da língua inglesa, que em português significa Identificação por Rádio Frequência. É uma maneira de identificação automática utilizando de sinais de rádio para ler e armazenar dados remotamente através de etiquetas RFID (figura 02).

Figura 2 - Estrutura básica do identificador RFID



Fonte: Mota (2006)

Captura Automática de Dados (ADFC), tal como, o RFID (Identificação por radiofrequência), são cada dia mais importantes para automatização da produção e procedimentos logísticos em indústrias. Na indústria do aço, a identificação por radiofrequência permite a automatização de processos, diminuindo a necessidade de trabalho feita a mão, otimizando a realização de negócios e transações críticas, conjuntamente aumentando a lucratividade e segurança do processo (FEINBIER, 2008).

Processos logísticos de maior eficiência tornam-se possíveis a partir dos ganhos que a informação atualizada e ampla consegue semear em determinado setor da economia, e também a partir dos benefícios do compartilhamento das informações adequadas com os outros membros da Cadeia de Suprimentos (BALLOU, 2006).

Inserir a tecnologia RFID, no ramo da gestão logística, pode efetivamente proporcionar diminuição nos gastos operacionais, elevar a assertividade das atividades, garantir a qualidade dos produtos, agilizar a rapidez no processamento. Além disso, produtos etiquetados com RFID, apresentam maior segurança contra furto problemas ou perdas, através do uso de equipamento de leitura e escrita no centro de gerenciamento e logística. (NOGUEIRA, 2005)

Os estoques estão evidentes ao longo das cadeias de distribuição pelas diversas razões. Ballou (2006) estipula que o custo anual de manutenção de um objeto em armazenamento é de 20 a 40% do seu valor. Lee e Billington (1992) mencionam diversas oportunidades para a o aperfeiçoamento na gestão de armazéns na rede e utilizam a proposição de que o baixa nível de estoques é alcançado quando toda a rede é considerada como um sistema único.

Quental (2006) afirma que seu diferencial está na viabilidade de coleta de dados de maneira automatizada, havendo checagens de forma coletiva e podendo ser efetuada com o produto em trânsito. Além de possibilitar que os gestores acessem informações do que se inicia ao longo da rede de Suprimentos e transmite aos interessados, possibilitando uma maior integração dos dados por meio dos diferentes elos da cadeia e informações gerenciais para um maior monitoramento e planejamento empresarial.

Um sistema autônomo de identificação de produto, melhora a performance do processo de elaboração e distribuição evitando escassez, perda ou mistura dos produtos (FEINBIER, 2008).

4. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na ArcelorMittal, localizado em Juiz de Fora - MG, com o intuito de analisar a viabilidade de adotar uma etiqueta dotada de RFID, que pode ser aplicada diretamente no meio interno de bobinas de aço, e que sua leitura seja realizada por meio de middleware (software capaz de traduzir dados recebidos pelo RFID), trazendo ganhos na segurança dos trabalhadores, liberando-os da missão de leitura de produtos, resultando em uma otimização da prestação de serviços.do projeto de instalação do sistema RFID

Para tal, mobilizou-se a equipe de projetos da Logística desta empresa em conjunto com uma empresa especializada em consultoria RFID. A equipe ficou responsável por analisar todo o ambiente por onde se movimenta por pontes e empilhadeiras os rolos de fio-máquina e vergalhão.

Para a realização desta pesquisa, foram realizadas as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica;
- Análise do processo atual para conhecer os equipamentos operacionais envolvidos na movimentação de bobinas;
- Levantamento dos equipamentos RFID adequados para o estudo;
- Realizar uma prova de conceito;
- Análise de Resultados: Com o auxílio da prova de conceito, foi possível fazer uma análise a respeito dos resultados obtidos, apresentou-se os principais ganhos com a viabilidade do projeto;
- Conclusão: Mediante as informações e análises encontradas durante todo o estudo de caso, foi possível de forma clara e explícita finalizar a ideia alcançada.

5. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na empresa ArcelorMittal Juiz de Fora, no setor de Logística. A ArcelorMittal Aços Longos é uma das maiores produtoras do Brasil, especializada na produção de fio máquina para aplicações na indústria e vergalhão para a construção civil, com capacidade de laminados em 3,9 milhões de toneladas/ano.

As operações de Aços Longos da ArcelorMittal estão distribuídas em três usinas no estado de Minas Gerais (Juiz de Fora, João Monlevade e Sabará), outras duas no estado de São Paulo (uma na capital e outra em Piracicaba) e uma no estado do Rio de Janeiro (Resende).

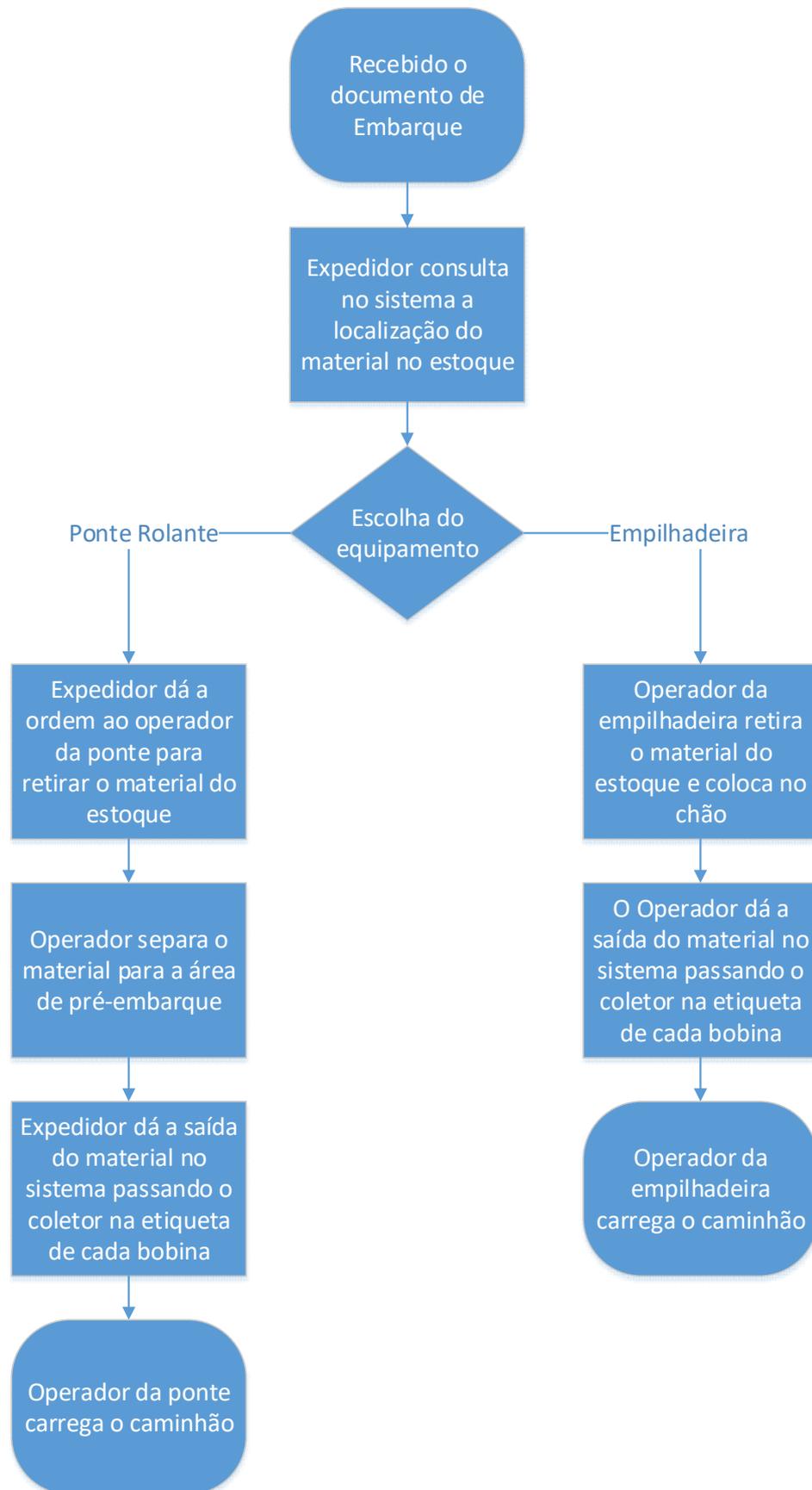
A ArcelorMittal foi a primeira produtora de aço no Brasil a receber o rótulo ecológico ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). É uma importante certificação que permite a identificação dos produtos como aço ambientalmente correto de acordo com as exigências do Ministério do Meio Ambiente do Brasil.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1. Cenário Atual de leitura de etiquetas

Para a correta análise de viabilidade do emprego do RFID na Expedição de produtos laminados na ArcelorMittal Juiz de Fora foi elaborado um fluxo para o entendimento do processo atual de carregamento de material levando-se em conta a leitura de etiquetas neste processo de acordo com a figura 4:

Figura 3 - Fluxo Atual de carregamento



Fonte: Autor

Nele pode-se observar que o processo, em grande parte, é manual baseado na decisão do operador (ponte ou empilhadeira). E que quando o carregamento é realizado por ponte rolante – devido ao produto estar estocado dentro do galpão – é necessário o recurso de duas pessoas, um no piso para efetuar as leituras das etiquetas e um na ponte para movimentar o material. Nesta operação existe o risco de movimentação de carga suspensa e a pessoa no piso tem sempre que ter o cuidado de não acessar o material para leitura enquanto a ponte estiver operando próximo. Quando o carregamento é realizado por empilhadeira – devido ao produto estar estocado fora do galpão – é necessário o recurso de apenas uma pessoa. Observa-se que o operador de empilhadeira necessita deixar o equipamento para realizar a leitura das etiquetas para dar saída no estoque. Nesta operação existe o risco de o operador não cumprir o procedimento e não travar corretamente a empilhadeira podendo provocar um acidente. Para controle de segurança a empresa efetua periodicamente treinamento nos procedimentos operacionais relacionados à atividade em questão.

6.2. Análise de viabilidade de implantação RFID

Foi elaborada uma POC (prova de conceito) utilizando equipamentos RFID para a correta análise e conclusão com o objetivo de verificar a viabilidade de implantação do sistema RFID na ArcelorMittal no depósito de rolo de fio máquina em Juiz de Fora - MG. A principal importância da prova de conceito é provar que um projeto é factível, uma vez que ela antecipa a realidade futura na qual deseja-se implantar antes mesmo de que seja despendido todo os recursos necessários.

6.3. Modelos de tags RFID

A empresa de consultoria de RFID participante do projeto indicou o modelo de tag RFID. O critério de escolha, segunda a consultoria, foi baseado na capacidade da mesma em resistir a temperatura de 300°C, pois é nesta temperatura que a bobina se encontra, no pior cenário, quando é fixada a etiqueta de identificação. A Tabela 1 apresenta o modelo utilizado na prova de conceito na Unidade de Juiz de Fora.

Tabela 1 - Tag RFID utilizado na Prova de Conceito em Juiz de Fira

| Tag RFID | Modelo |
|---|--------------------|
|  | ALN – 9770 – Alien |

Fonte: Autor

Esta tag será fixada em cada etiqueta nas bobinas.

6.4. Tag RFID de posicionamento

Diversos modelos de tags RFID (Figura 4) foram testados no laboratório da empresa de consultoria para a identificação das baias dos rolos de fio máquina.

Figura 4 - Tags RFID



Fonte: Autor

O modelo escolhido foi o InLine Tag Ultra da empresa HID. O critério de escolha foi a vida útil podendo chegar a 8 anos, segundo o que foi informado pela empresa de consultoria em RFID. Segue o modelo (tabela 2):

Tabela 2 - Tag de posicionamento escolhida

| Tag RFID | Modelo |
|---|--|
|  | <p>InLine Tag Ultra – 6A7980 – HID</p> |

Fonte: Autor

Este modelo foi o escolhido por apresentar a maior taxa de leitura e alcance ideal para a aplicação no ambiente analisado.

6.5. Prova de Conceito: Empilhadeira

Com o propósito de comprovar que o projeto é capaz de realizar apenas a leitura dos rolos de fio máquina movimentados durante os processos logísticos e a identificação da baia de armazenamento dos mesmos, foi montado o seguinte cenário:

Instalação de duas antenas RFID na empilhadeira fixada nos pistons para a leitura da identificação dos rolos de fio máquina (Figura 5).

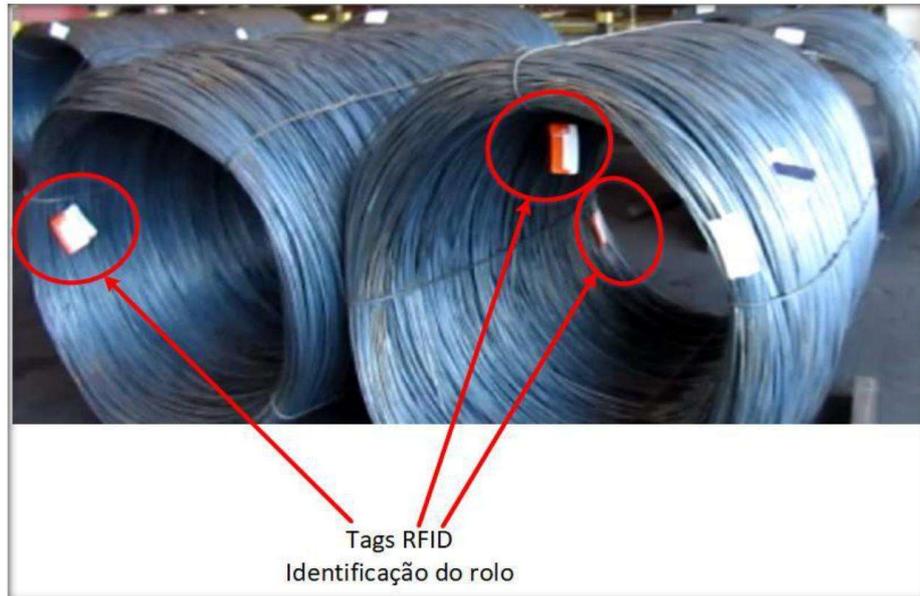
Figura 5 - Antenas na empilhadeira para a leitura da identificação dos rolos



Fonte: Autor

Colocação de duas tags RFID em cada rolo de fio máquina do mesmo modelo (Figura 6);

Figura 6 - Tag RFID para a identificação do rolo de fio máquina, duas tags com a mesma identificação para cada rolo



Fonte: Autor

Instalação de uma antena RFID na lateral da empilhadeira para a leitura das tags de posicionamento (Figura 7);

Figura 7 - Antena lateral na empilhadeira – função: leitura das tags RFID de posicionamento.



Fonte: Autor

Colocação das tags RFID de posicionamento nas divisas das baias (Figura 8).

Figura 8 - Tag RFID de posicionamento das baias



Fonte: Autor

Na figura 05 observa-se a posição da antena RFID, esta antena possui a finalidade de disparar o sinal de rádio frequência e receber o retorno da tag fixada na etiqueta do produto e então transmitir este sinal para o sistema RFID. A tag (figura 06) é dotada de informações individualizadas por produto (código de material, sequência de produção e peso). Na figura 07 observa-se a antena RFID responsável por ler as tags de posicionamento. E na figura 08 pode-se ver a tag de posicionamento que é responsável por informar as antenas em qual baia do estoque está sendo retirado ou recebido a bobina.

6.5.1. Processo

A empilhadeira com o sistema RFID instalado, ligado e as potências das antenas ajustadas, entrou na baia. Neste momento, a tag RFID de posicionamento foi identificada, “lida”, com a antena instalada na lateral. Dentro da baia, a empilhadeira ao se aproximar dos rolos desejados e os içar, as leituras de identificação dos mesmos foram realizadas com sucesso pelas antenas instaladas nos pistons.

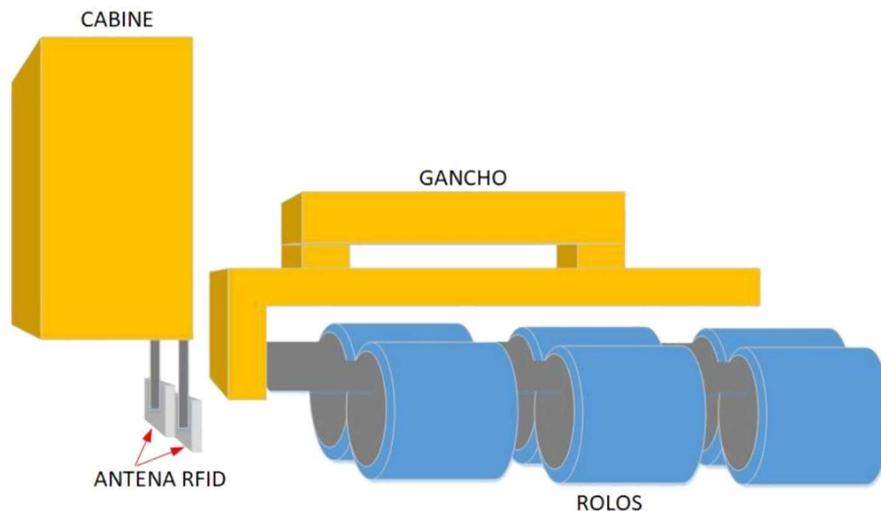
Ao deixar os rolos novamente na baia, a leitura das tags de identificação parou, porém não cessou a leitura da tag de posicionamento. A leitura da tag de posicionamento parou apenas quando a empilhadeira se retirou da baia, conforme a necessidade do projeto.

6.6. Prova de Conceito: Ponte rolante de gancho

Teste de viabilidade operacional para o carregamento dos rolos de fio máquina com gancho foi realizado na ponte rolante PR 106.

O projeto propõe duas antenas instaladas abaixo da cabine da ponte de gancho para a leitura das tags de identificação dos 06 rolos durante os processos logísticos, conforme a Figura 9.

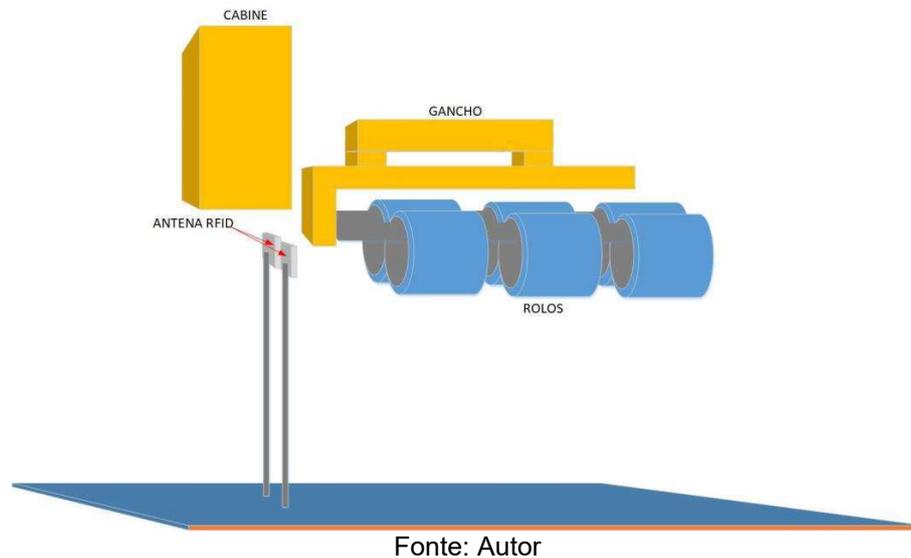
Figura 9 - Duas antenas RFID instaladas abaixo da cabine da ponte para a leitura das 06 tags de identificação dos rolos de fio máquinas durante os processos logísticos.



Fonte: Autor

Contudo, devido à dificuldade da parada da ponte rolante e o seu desligamento para a instalação provisória das antenas durante a prova de conceito, as antenas RFID foram posicionadas em uma haste do chão até a altura em que a antena RFID deverá ficar conforme o desenho do projeto, representado na Figura 10.

Figura 10 - Posicionamento das antenas RFID na haste do chão à altura correspondente ao projeto.



6.6.1. Processo

O isolamento da área de testes foi de acordo com as premissas de segurança de operação da ArcelorMittal. Com a área isolada os rolos foram içados e o teste foi iniciado.

Os 06 (seis) rolos de fio máquina receberam as tags RFID, duas tags RFID com a mesma identificação por rolo e fixadas de acordo com o processo já existente. Divididos em 03 rolos enfileirados para serem içados pelo pistão da direita e 03 rolos enfileirados para o pistão da esquerda da ponte rolante, conforme a foto da Figura 11.

Figura 11 - Três rolos de fio máquina enfileirados e etiquetados com tag RFID, 02 tags para cada rolo.



Foi verificado a performance do sistema RFID na ponte rolante de gancho durante a movimentação de bobinas e, conforme pode-se observar na figura 13, houve sucesso na leitura das etiquetas, levando-se em conta a posição da antena conforme figura 12.

6.7. Prova de Conceito: Ponte rolante eletroímã.

Teste de viabilidade operacional para o carregamento dos rolos de fio máquina com eletroímã foi realizado na ponte rolante PR 107.

Da mesma maneira do item 6.6, ponte rolante de gancho, o projeto propõe duas antenas instaladas abaixo da cabine da ponte rolante para a leitura das tags de identificação dos rolos durante os processos logísticos, no entanto as instalações requeriam parada e o desligamento da ponte o que não foi possível na data dos testes da prova de conceito. À vista disto, o teste foi realizado análogo ao teste da ponte rolante de gancho com a antena posicionada em uma haste na altura requerida do projeto.

6.7.1. Processo

O isolamento da área de testes foi de acordo com as premissas de segurança de operação da ArcelorMittal. Com a área isolada os rolos foram içados e o teste foi iniciado.

Os 04 (quatro) rolos de fio máquina receberam as tags RFID, duas tags RFID com a mesma identificação por rolo e de acordo com o processo já existente. Divididos em 02 rolos enfileirados para serem içados pelo par de eletroímã da direita e 02 rolos enfileirados para o par de eletroímã da esquerda da ponte rolante, conforme a foto da Figura 14.

Figura 14 - Quatro rolos de fio máquina identificados pela tag RFID e imantados pela PR 107.



Fonte: Autor

Os 04 (quatro) rolos foram imantados e a antena RFID foi posicionada na altura correspondente ao projeto (Figura 15) distante 6 metros da última etiqueta. Neste momento o sistema RFID foi ligado e iniciou-se a leitura de identificação dos rolos. Simultaneamente, todas as leituras da identificação dos rolos foram realizadas com sucesso.

Figura 15 - Antena RFID na haste posicionada na altura requerida do projeto Estoque Inteligente.



Fonte: Autor

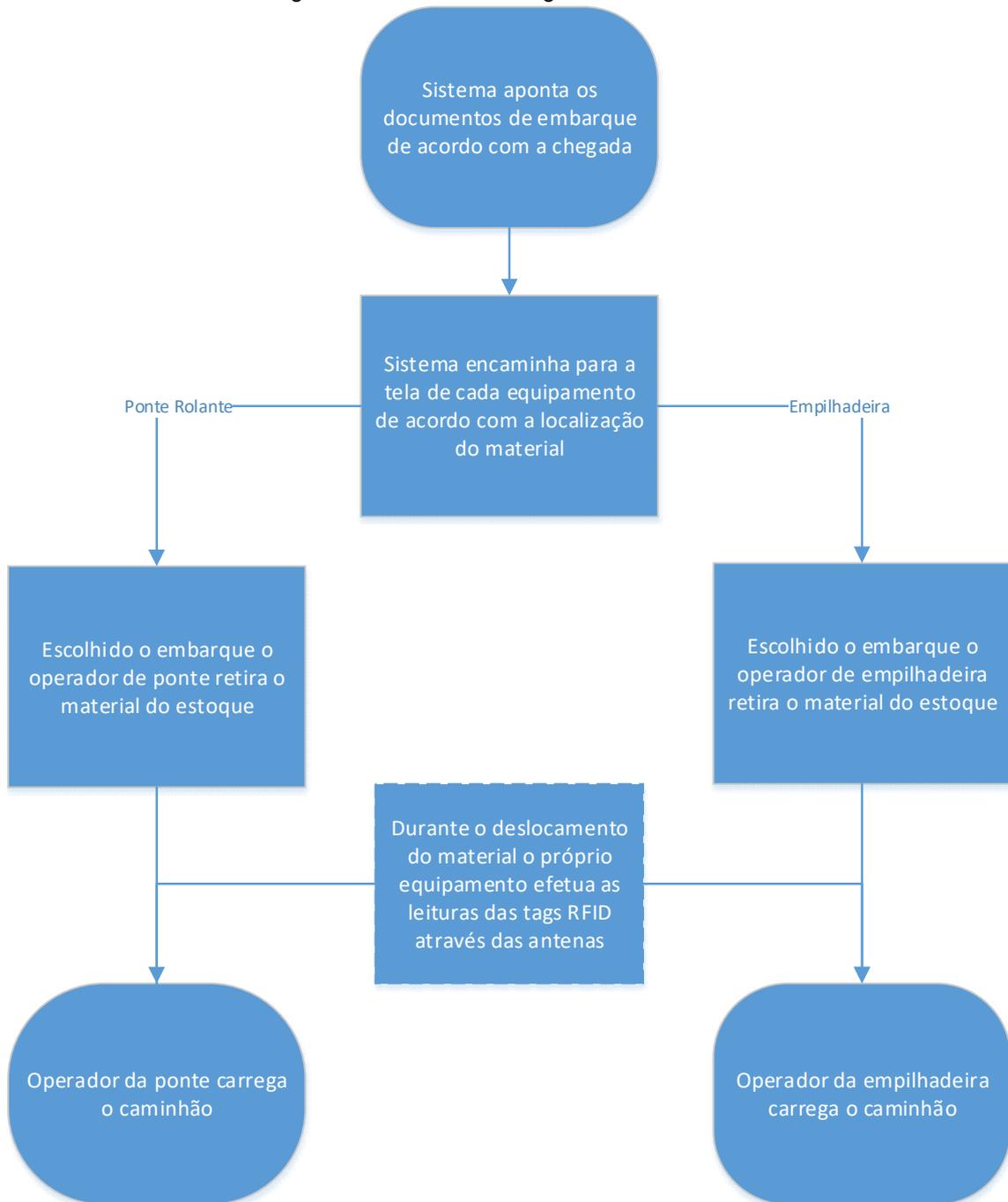
Foi verificado a performance do sistema RFID na ponte rolante de eletroímã durante a movimentação de bobinas e, assim como na ponte rolante de gancho, houve sucesso na leitura das etiquetas, levando-se em conta a posição da antena conforme figura 15.

6.8. Análise final da proposta de implantação do sistema RFID

As provas de conceito foram realizadas com sucesso e os resultados estão favoráveis para implantação do sistema RFID na ArcelorMittal no depósito de rolo de fio máquina e de feixes de aços longos em Juiz de Fora - MG.

Com a conclusão da POC (prova de conceito) é factível a instalação do sistema RFID. A instalação das antenas em posições estratégicas nos equipamentos de movimentação de material permitirá a automação do processo de leituras das etiquetas otimizando o fluxo de carregamento, conforme apresenta a figura 16:

Figura 16 - Fluxo de carregamento com RFID



Fonte: Autor

Com a implantação do RFID o operador de empilhadeira não precisa mais deixar o equipamento para realizar a coleta de dados das etiquetas e no carregamento por ponte rolante apenas uma pessoa é necessária (figura 16).

Se torna evidente a otimização como um todo do processo de carregamento quando se utiliza pontes rolantes e empilhadeiras dotadas de antenas RFID e bobinas de fio-máquina e vergalhão com etiquetas inteligentes. O processo de identificação

destes materiais passa a ser automático e realizado pelo próprio equipamento de movimentação, resultando em redução de custo operacional, uma vez que reduz o número de pessoas envolvidas na operação e uma atividade muito mais segura eliminando a correlação carga suspensa x expedidor. Neste cenário a empresa, que antes realizava o controle de segurança de forma administrativa com treinamentos periódicos, passa a apresentar um controle de engenharia adotando o RFID.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia RFID tem grande aplicação na gestão de processos logísticos. Além de realizar o controle de deslocamento e estocagem de materiais, o uso eficiente dessa tecnologia colabora para aumentar a qualidade dos produtos, otimizar tempo, diminuir custos com distribuição e movimentação de materiais, melhorar serviços e o atendimento ao cliente. As funções da tecnologia RFID favorece o gerenciamento e traz valor aos produtos e serviços. Os profissionais podem agir centrados em atividades que agregam mais valor, o que possuirá impacto direto nos resultados da empresa com aperfeiçoamento da produtividade e do atendimento ao cliente. O RFID é capaz de ler e gravar dados e a leitura não necessita ser estática e em linha reta como no código de barras, além de capturar rádio frequência de objetos em movimentos. A distância de leitura é superior à leitora óptica e com isso consegue gravar um código único e não alterável de produtos e peças.

Com a tecnologia RFID implantada na ArcelorMittal Juiz de Fora, a usina se coloca de vez rumo a indústria 4.0, uma vez que com o uso da etiqueta inteligente possibilitara o acompanhamento online e em tempo real de todas as movimentações das bobinas entregues pelo processo de laminação. Acompanhar em tempo real o estoque e o carregamento permitirão o gestor atuar imediatamente em cima de qualquer cenário pertinente a processos logísticos.

O projeto está em fase de implantação na Expedição da Siderurgia da ArcelorMittal de Juiz de Fora. Está sendo gerido pela equipe de projetos da gerência de Logística e possui previsão de go live em março de 2019.

Uma dificuldade encontrada no início da prova de conceito foi a conformação do material alvo do projeto, a bobina, pois o metal é bloqueador do sinal de RFID e a

maneira encontrada para o sucesso da leitura foi posicionando a antena voltada para a parte interna da bobina, conforme figura 12, por exemplo.

Para um trabalho futuro fica a sugestão da implantação de localizador GPS junto a tag nas etiquetas para que se saiba a posição exata de qual bobina no estoque e principalmente no caminho até o cliente final. Também o recebimento da produção como forma de conferência do que está sendo recebido com o apontamento do sistema na ordem de produção.

8. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, P. R. O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial. 2005. Espaço Acadêmico, Maringá, a. VI, n. 52, set. 2005.

BALLOU, Ronald. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. The Second Machine Age. Nova Iorque: W. W. Norton & Company, 2014. 306 p.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração; Rio de Janeiro: Campus, 2000. pp. 05-23.

DAVIS, Mark M; AQUILANO, Nicholas J; CHASE, Richard B. Fundamentos da administração da produção. Porto Alegre: Bookman, 2001. pp. 22-37.

DRUCK, M. G. Terceirização: (des)fordizando a fábrica. São Paulo: Boitempo, 1999.

GAIA, P. A quarta revolução industrial e as tendências tecnológicas no segmento de equipamentos, máquinas e acessórios industriais. O Papel: revista mensal de tecnologia em celulose e papel, v. 77, n. 5, p. 21-25, 2016.

GIL, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LOIC FEINBIER, L. S. The benefits of RFID for slab and coil logistics. Duisburg, Alemanha: Accenture, 2008.

MAXIMILIANO, Antonio César Amaru. Teoria geral da administração: Da revolução urbana à revolução digital; São Paulo: Atlas, 2002. pp. 23-41.

MORAES, C. R. B.; FADEL, B. As Tecnologias da informação e a cultura organizacional: suas implicações no ambiente informacional das organizações. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DO UNI-FACEF, 9., 2008.

MORAIS, R. R.; MONTEIRO, R. A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 5., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo, 2016.

NOGUEIRA FILHO, Cícero Casemiro da Costa. Tecnologia RFID aplicada à Logística. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007. pp 55-65.

PIRES, Silvio R. I. Gestão da cadeia de suprimentos: Conceitos, estratégias, práticas e casos. São Paulo: Atlas, 2004. pp. 164-183.

SILVA, Reinaldo O. da. Teorias da administração; São Paulo: Pioneira, 2001. pp. 04-33.

SINGER, P. Desemprego e exclusão social. São Paulo em perspectiva, São Paulo, v. 10, p. 1, 1996.

SINGER, P. Desenvolvimento capitalista e desenvolvimento solidário. Estudos avançados, v. 18, n. 51, p. 7-22, 2004.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002. pp. 29-62.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WOOD, T. Fordismo, toyotismo e volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. Revista de administração de Empresas, v. 32, n. 4, p. 6-18, 1992.