



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL

GEORGE ANTONIO AGUIAR DE MELLO

**APLICAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA LOGÍSTICA
INTERNA DE UM ESTALEIRO**

RECIFE

2022

GEORGE ANTONIO AGUIAR DE MELLO

**APLICAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA LOGÍSTICA INTERNA DE
UM ESTALEIRO**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Naval, pela Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Naval e Oceânica.

Área de concentração: Logística e Construção Naval

Orientador: Prof. Demétrius Perrelli Valença

RECIFE

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Mello, George Antonio Aguiar de.

Aplicação de inovações tecnológicas na logística interna de um estaleiro / George Antonio Aguiar de Mello. - Recife, 2022.

66 p. : il., tab.

Orientador(a): Demétrius Perrelli Valença

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Naval - Bacharelado, 2022.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Eficiência na construção naval. 2. Tecnologia. 3. EAS. 4. RFID. I. Valença, Demétrius Perrelli. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

GEORGE ANTONIO AGUIAR DE MELLO

**APLICAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA LOGÍSTICA INTERNA DE
UM ESTALEIRO**

A comissão examinadora composta pelos
professores abaixo, sob a presidência do
primeiro, considera o candidato GEORGE
ANTONIO AGUIAR DE MELLO

_____.

Recife, 26 de Agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Demétrius Perrelli Valença (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Marcos Pereira

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Claudino Lira

Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

A eficiência operacional dos complexos processos no fabrico de embarcações de grande porte tem grande importância na competitividade de estaleiros no mercado de construção naval. Este tipo de indústria está imersa em uma série de mercados globais que são caracterizados por serem extremamente dinâmicos. Esta situação obriga as instalações dos estaleiros em focar seus esforços em atender seus clientes com produtos de qualidade, preços acessíveis e prazo competitivo, buscando-se cada vez mais menores tempos de construção. Devido a complexidade na construção das embarcações, via de regra de grande porte, ocorre a divisão produtiva em blocos menores. Uma característica inerente ao processo de fabricação de uma embarcação é que os blocos possuem elevada massa e utilizam áreas de trabalho consideráveis. Sendo assim, a falta de sincronia na execução das tarefas pode gerar atrasos na entrega do produto e ocasionar movimentação desnecessária no deslocamento de grandes peças, elevando assim o custo do produto. O planejamento e a programação da construção de um estaleiro devem ser executados sem com ferramentas adequadas, controle de movimentações preciso e de forma automatizada devido á complexidade de seu processo produtivo e quantidade e singularidade de peças. Portanto, como foi visto no Estaleiro Atlântico Sul - EAS, o gerenciamento dos recursos, por meio de novas tecnologias e do controle do processo de planejamento e produção (como o uso de um sistema RFID), tem fundamental importância na diminuição da perda de peças e índice de retrabalho, assim, na produtividade do seu sistema de produção e no aumento de sua competitividade internacional.

Palavras-chave: Eficiência na construção naval. Tecnologia. EAS. RFID.

ABSTRACT

The operational efficiency of complex large vessels manufacturing processes has great importance of shipyard competitiveness in shipbuilding market. This type of industry is immersed in a series of highly competitive global markets that are characterized by being extremely dynamic. This situation forces shipyard facilities to focus their efforts on serving their customers with quality products, affordable prices, and competitive deadlines, while seeking ever shorter processing times. Due to the complexity of the vessels' construction, usually of large size, the production is divided into small blocks. An inherent characteristic of the manufacturing process of a ship is that the blocks have high weight and use considerable working areas. Thus, the lack of synchrony in the execution of tasks can generate delays in the delivery of the product and cause unnecessary movement of large parts, thus raising the cost of the product. The production planning in a shipyard must be executed with adequate tools, precise movement control and in an automated way due to the complexity of its production process and quantity and uniqueness of its parts. Therefore, as was seen in the Estaleiro Atlântico Sul - EAS, the management of resources, through new technologies and control of the planning and production process (such as the use of an RFID system), has fundamental importance in reducing the loss of parts and rework rate, thus, improving productivity and increasing international competitiveness.

Keywords: Shipbuilding Efficiency. Technology. EAS. RFID

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de construção do Estaleiro Atlântico Sul.....	25
Figura 2 – Lançamento do navio João Cândido	26
Figura 3 – Vista aérea do Porto de Suape	27
Figura 4 – Vista aérea do cais de acostagem do EAS.....	27
Figura 5 – Vista aérea do EAS	29
Figura 6 – Mapeamento dos setores do EAS por seu plano diretor.....	29
Figura 7 – Vista aérea do Pátio de Chapas	31
Figura 8 – Mapeamento e planejamento de capacidade do Pátio de Chapas	32
Figura 9 – Máquina de <i>Shot Blasting</i>	33
Figura 10 – Máquina de Corte CNC.....	33
Figura 11 – Fabricação de perfis nas oficinas	34
Figura 12 – Montagem de bloco nas oficinas	35
Figura 13 – Mapeamento e planejamento de capacidade das oficinas	35
Figura 14 – Ilustração da movimentação dos blocos nas oficinas.....	36
Figura 15 – Goliath do Estaleiro Atlântico Sul	37
Figura 16 – Mapeamento e capacidade do dique-seco	37
Figura 17 – Construção do dique-seco	38
Figura 18 – Mapeamento e capacidade do dique-seco	38
Figura 19 – Identificação antiga dos elementos	40
Figura 20 – Identificação dos elementos que estava sendo implantada em tubulações.....	41
Figura 21 – Identificação das peças, perfis, painéis e blocos	41
Figura 22 – Layout do sistema SD	42
Figura 23 – Componentes de um sistema RFID	43
Figura 24 – Componentes gerais das tags RFID	44
Figura 25 – Fluxo de funcionamento do Middleware	46
Figura 26 – Mapeamento dos sub-setores da linha produtiva	51
Figura 27 – Mapeamento dos sub-setores da linha produtiva	51
Figura 28 – Fluxograma de arquitetura do sistema RFID	53
Figura 29 – Mapeamento e alocação dos leitores e antenas do Sistema RFID	55
Figura 30 – Página inicial do Software de Controle do Sistema RFID.....	57
Figura 31 – Página de tags do Software de Controle do Sistema RFID.....	57

Figura 32 – Página de movimentações do Software de Controle do Sistema RFID58

Figura 33 – Página de registro de tags do Software de Controle do Sistema RFID.....58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dificuldades associadas à implementação de sistemas RFID	20
Tabela 2 – Identificação das áreas do Porto de Suape.....	28
Tabela 3 – Identificação das áreas do EAS	30
Tabela 4 – Volumes de construção do Suezmax 10	40
Tabela 5 – Características por tipo de Tag	45
Tabela 6 – Custo das tags do sistema RFID	49
Tabela 7 – Custo dos outros equipamentos do sistema de RFID	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEAM	Associação Brasileira de Empresas de Apoio Marítimo
CAD	Computer Aid Design
CNC	Controle Numérico Computadorizado
EAS	Estaleiro Atlântico Sul
EDI	Eletronic Data Interchange
EPC	Código Eletrônico de Produtos
ERG	Estaleiro Rio Grande
ERP	Planejamento de Recursos Empresariais
FMM	Fundo da Marinha Mercante
HH	Hora-homem
IOT	Internet of Things
IHI	Ishika Wajima Harima Heavy Industries
LMS	Learning Management System
OMS	Order Management System
PCN	Plano de Construção Naval
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PPCN	Plano Permanente de Construção Naval
RFID	Radio Frequency Identification
ROI	Retorno de Investimento
RTLS	Real-time Location System
SINAVAL	Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparo Naval
SHI	Samsung Heavy Industries
TMS	Transportation Management System
TPB	Toneladas de Porte Bruto
TI	Tecnologia da Informação
TUP	Terminal de Uso Privado
USD	United States Dolar
WMS	Warehouse Management System
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Justificativa e relevância.....	11
1.2	Objetivo geral	12
1.3	Objetivos específicos	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	Indústria naval brasileira.....	13
2.2	Processo de construção na indústria naval.....	15
2.3	Embasamento tecnológico	16
2.3.1	Inovação na indústria naval	16
2.3.2	Tecnologia RFID	17
2.3.3	<i>Enterprise Resource Planning</i> - ERP	18
2.3.3.1	<i>Warehouse Management System</i> - WMS.....	19
2.3.3.2	<i>Transport Management System</i> - TMS.....	19
2.3.3.3	<i>Order Management System</i> - OMS.....	19
2.3.4	Dificuldades na implementação do RFID.....	20
2.3.5	Interferências na leitura de etiqueta.....	22
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Estaleiro Atlântico Sul	24
3.1.1	Histórico	25
3.1.2	Infraestrutura do porto	26
3.1.3	Infraestrutura do estaleiro	28
3.1.4	Processo de construção	30
3.1.5	Gestão de produção.....	38
3.1.6	Identificação e rastreamento de elementos.....	39
3.2	Funcionamento do sistema RFID	43
3.2.1	Componentes do sistema RFID	44
3.2.1.1	Tags.....	44
3.2.1.2	Leitores e antenas.....	45
3.2.1.3	Middleware	46
3.2.2	Vantagens e desvantagens	46

3.3 Seleção e custo dos equipamentos	47
3.4 Adequação ao <i>layout</i> do estaleiro	50
3.5 Arquitetura do sistema RFID.....	51
3.6 Retorno de Investimento – ROI.....	54
4 RESULTADOS	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

O trabalho tem como objetivo desenvolver uma análise quantitativa do sistema de construção em estaleiros navais de grande porte, sendo baseado na implementação de soluções tecnológicas para melhoria dos seus processos produtivos e logística interna, traçando um paralelo entre o valor dessas soluções, com a redução de custo devido à implementação.

O local escolhido para o estudo de caso foi o EAS (Estaleiro Atlântico Sul), localizado no complexo portuário de Suape, no estado de Pernambuco.

Nos dias de hoje, o diferencial na competitividade de cada estaleiro é determinado por sua capacidade em aplicar ciência e tecnologia na construção (LAURINDO, 2007). Para isso, são necessários grandes investimentos iniciais, e a alocação de desses recursos sustentada por uma visão gerencial e estratégica forte, fazendo com que essa linha de desenvolvimento ainda não seja altamente implantada. Ainda que não exista outro meio de transporte internacional que seja tão competitivo em relação à indústria de navegação marítima.

Nesse sentido, é fundamental a implantação de novas soluções tecnológicas para auxiliar o processo produtivo dos estaleiros. Assim, foram selecionadas para a utilização no trabalho atual, o RFID (*Radio Frequency Identification*), um método de identificação por sinais de rádio-frequência que dá rastreabilidade aos elementos produzidos, integrado ao ERP (*Enterprise Resource Planning*), que se trata de um conjunto de softwares operacionais de gerenciamento em diversos setores da companhia.

1.1 Justificativa e relevância

Na indústria naval e offshore é usual a manipulação de uma enorme quantidade de elementos dos mais variados tamanhos e formatos, além do uso intensivo de equipamentos robustos em tamanho, massa e capacidade de carregamento no processo de fabricação das embarcações de grande porte, plataformas de exploração e produção de petróleo. Estes, de alta qualidade exigida pelo mercado e pelas sociedades classificadoras – entidades que atuam em nome da Autoridade Marítima para controle e certificação dessas embarcações.

Neste sentido, a melhoria de processos e rastreabilidade desses elementos é fundamental para o sucesso dos projetos. Esta melhoria pode ser adquirida através de tecnologias implementadas junto ao time de gestão para otimizar e facilitar a logística de peças dentro do estaleiro, com isso, diminuir gargalos do fluxo de produção e, eventuais, retrabalhos. O RFID integrado ao sistema ERP foi escolhido pela sua aplicação prática no escopo deste

relatório visando gerar um resultado mais significativos no controle de peças em suas movimentações.

O plano de implementação do sistema RFID consiste em seu processo físico de colagem de etiquetas e alocação de leitores e antenas, como seu processo de integração ao ERP utilizado em sua gestão. Apesar da utilização do sistema SAP para integração da cadeia de produção, aconteciam procedimentos manuais, com redundância e alta demanda de tempo gerencial e produtivo, onerando o custo final de construção da embarcação e o desempenho geral da organização.

Pela adoção do sistema SAP de gestão integrada, é possível notar que existe uma preocupação por parte da empresa e gestores responsáveis pelo controle das operações. No entanto, o sistema não foi utilizado em sua total capacidade, como exemplo, com as integrações específicas para controle de atividades e movimentação de peças.

O processo de produção do estaleiro tem como gargalo o alto índice de retrabalho devido à perda de peças durante as movimentações do próprio processo de construção. Pela variedade e singularidade das peças na indústria naval, com frequência, por qualquer movimentação não mapeada, se perdem do conjunto inicial. Além de ocorrer de forma sucessiva, é notada apenas nas etapas avançadas de montagem de blocos, prejudicando assim a etapa seguinte onde ocorreu a perda, e toda a linha de produção, precisando refazer cada elemento das etapas iniciais. Ou seja, movimentações consideradas desnecessárias são feitas, aumentando consideravelmente o índice de retrabalho.

1.2 Objetivo geral

O intuito deste trabalho é apresentar uma análise quantitativa dos impactos que a implementação do RFID (*Radio Frequency Identification*) associado ao sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) podem trazer para a indústria da construção naval na aplicação de um método automatizado no controle de movimentações de peças, visando a redução do custo final de construção.

1.3 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, é necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- ◁ Identificar todo o processo de produção do estaleiro estudado – EAS e mapear os setores de construção de cada etapa do processo;

- ◁ Elaborar um plano de dimensionamento e alocação dos elementos do sistema RFID a partir do mapeamento dos setores de construção;
- ◁ Elaborar um plano de acompanhamento das movimentações de peças por meio do ERP associado;
- ◁ Analisar o ROI (*Return on Investment*) da implementação da nova solução.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A implementação de sistemas dessa natureza e, principalmente, para esse tipo de indústria requer um estudo cuidadoso e holístico de todo o processo de implantação devido ao seu alto custo, adaptação ao planejamento e possíveis interferências do sistema. A mesma lógica segue para o sistema RFID, sendo importante entender desde o contexto histórico do mercado na qual o sistema está inserido, o mapeamento completo do parque e sistema construtivo a ser anexado e, obviamente, embasamento profundo e tecnológico do sistema.

2.1 Indústria naval brasileira

Em 1846, segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e offshore – SINAVAL, a indústria de construção naval brasileira teve seu marco inicial com Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá. Onde inaugurou o primeiro estaleiro do país, em Ponta da Areia, Rio de Janeiro, tendo sido construídos 72 navios durante a sua gestão.

Entre 1956 e 1961, no governo do presidente Juscelino Kubitschek, foi definido o Plano de Metas com o objetivo de renovar e ampliar este segmento, criando um moderno parque industrial naval. Em 1958, a Lei 3.381/58 do Fundo de Marinha Mercante – FMM deu início à política de desenvolvimento da indústria naval, fornecendo recursos para a renovação, ampliação e recuperação da frota mercante nacional, diminuindo a importação de navios e despesas com afretamento de navios estrangeiros e estimulando a construção de embarcações nacionais.

De acordo com Pasin (2002), em 1969, no governo Costa e Silva, surgiu um novo ciclo de políticas direcionadas ao desenvolvimento do setor naval, como o Plano de Emergência de Construção Naval e o primeiro Plano de Construção Naval – I PCN, entre 1970 e 1974, e II PCN, entre 1974 e 1980 no governo de Ernesto Geisel. Protegidos da concorrência internacional graças a exploração do transporte marítimo sob bandeira brasileira, os armadores tiveram acesso aos subsídios e financiamentos dos Planos de Construção Naval. O

consequente aumento da demanda, devido a modernização da indústria nacional, favoreceu investimentos que corroboraram no desenvolvimento do setor. Apesar desse desenvolvimento ter ocorrido num curto período, o Brasil tornou-se o segundo maior construtor naval do mundo, caracterizando um momento de grande expansão para os estaleiros brasileiros com a grande demanda do setor.

Em 1981, o país presencia à primeira recessão econômica desde o pós-guerra. A defasagem tecnológica do processo construtivo e a má gestão de processos produtivos foram cruciais na derrocada do país em relação aos líderes mundiais. Com a consequente descapitalização dos estaleiros, estes entraram em declínio tecnológico e produtivo. O Plano Permanente de Construção Naval – PPCN, entre 1981 e 1983, foi lançado para inverter a tendência de depressão econômica.

Em 1990, foi liberado o transporte marítimo de longo curso à concorrência internacional, deixando clara a falta de competitividade da indústria naval brasileira frente aos líderes mundiais. Isso levou à diminuição de encomendas internacionais e subsídios à produção, segundo a SINAVAL, acabando com ciclo que levou a construção naval brasileira ao posto de segundo parque industrial naval mundial, em toneladas de porte bruto - TPB, e empregar diretamente mais de 40 mil trabalhadores.

Em 1997, com a dificuldade em voltar ao mercado de construção naval, a Lei do Petróleo - Lei 9.478/97 abriu um novo mercado de exploração e refino do petróleo offshore à novos operadores além da Petrobrás. Nesse novo mercado, a Petrobrás começou a demandar embarcações de apoio marítimo. E como forma de incentivo à construção nacional, a Associação Brasileira de Empresas de Apoio Marítimo – ABEAM, junto com estaleiros locais, conseguiu exigir que os navios de apoio que prestassem serviços para a Petrobrás fossem, exclusivamente, de bandeira brasileira, pois nesse momento, mais de 70% das embarcações eram de bandeira estrangeira.

Em 2003, o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, determina a prioridade de estaleiros nacionais na construção de equipamentos de exploração e produção de petróleo pela Petrobrás. Neste momento, a Transpetro, braço de transporte e logística da Petrobrás, lança o Programa de Modernização e Expansão da Frota, licitando petroleiros de grande porte em estaleiros locais.

Entre 2003 e 2014, segundo (COSTA, 2017, p. 26 apud DORES; LAGE, PROCESSI, 2012, p. 285), “a expansão da indústria naval movimentou fortemente a economia. O processo

de produção naval se descentralizou, criando assim novos postos de trabalho em regiões nas quais o segmento da indústria naval estava em depressão, como em Rio Grande, no Rio Grande do Sul”.

Em 2014, com a instabilidade política em que o país se encontrava, foi deflagrada a operação Lava Jato pela Polícia Federal. Com ela, foram descobertos diversos esquemas de desvios públicos com os altos executivos da Petrobras, num momento em que a construção naval apresentara uma forte dependência governamental para sua existência. Esses escândalos geraram a descontinuidade dos investimentos que até então davam estabilidade para os estaleiros, como exemplo, o caso da Sete Brasil, *joint venture* entre Petrobras e sócios privados, que teve um contrato de aquisição de \$ 6 bilhões de dólares em navios sondas com o EAS, rompido.

Desde então, nenhuma outra política de aceleração do setor foi implementada e os estaleiros tentam sobreviver com execução de serviços menores como reparo naval. Esse é o caso do EAS, no qual o maior objetivo com a retomada dessas atividades é gerar caixa para garantir o cumprimento do seu plano de recuperação judicial.

2.2 Processo de construção na indústria naval

Conforme Triwilaswandio e Arif (2017), o processo de produção é a principal atividade no modelo de construção naval. A qualidade do navio é influenciada pelo processo de produção que é executado, monitorado e verificado pelo estaleiro. Por existirem várias etapas de produção acontecendo simultaneamente, configura-se um sistema de produção multi-processo, em série, com os seguintes estágios: identificação dos elementos, fabricação, montagem, edificação, outfitting, lançamento, comissionamento, provas de mar e entrega da embarcação.

De acordo com Eyres e Bruce (2012), o processo de construção naval ocorre em dezessete fases: armazenamento de chapas de aço, armazenamento de perfis, jateamento de chapas de aço, jateamento de perfis, corte, marcação e forma, curva e corte, entrada de materiais para acabamento, curva de tubulações, fabricação de acessórios do casco, sub-montagem, painelização, montagem de gigantes, acabamento e modularização, montagem de blocos, edificação de blocos e acabamento final. Já segundo (Souza, 2009), no contexto da indústria brasileira, elenca as atividades de armazenagem, tratamento, fabricação/corte, fabricação/perfis/conformação, sub-montagem, montagem, pré-edificação, edificação,

pintura, acabamento na montagem, acabamento na pré-edificação, acabamento na edificação, instalação de módulos, armazenagem de blocos, acabamento na área de armazenagem, inspeção de blocos, fabricação de acabamento e montagem de módulos.

2.3 Embasamento tecnológico

As práticas de inovação nas empresas estão tornando o mercado cada vez mais competitivo, levando as empresas que não acompanham tal crescimento a situações financeiras prejudiciais para a continuação do negócio. Segundo Lisanti (2011), “a Tecnologia de Informação – TI é uma forma clara de agregar valor as empresas por meio do seu papel como vantagem competitiva e de inovação”. No entanto, ainda é difícil quantificar o valor agregado ou se a estratégia está alinhada com a estratégia de negócios da empresa.

Dentre as motivações do tema e a área trabalhada, Arawati (2013) explica a importância da logística e da cadeia de suprimentos nas indústrias de manufatura, que enfrentam constante incerteza devido ao aumento de concorrência e necessidade de melhoria na qualidade. Essas indústrias são, portanto, forçadas a melhorar a qualidade de produtos, gestão e da cadeia de suprimentos, ainda assim, reduzir custos. Uma situação paradoxal, mas que no mercado global volátil e muito desafiador de hoje, tornam-se obrigatórias as práticas de otimização e inovação.

Dessa forma, é possível afirmar que a implementação do RFID é de grande importância para o caso trabalhado juntamente com a readequação dos sistemas atuais. Um estudo distinto realizado por Cui et al. (2017) mostra que a identificação dos elementos de forma imprecisa é uma das principais causas do desperdício de estoque nas operações da cadeia de suprimentos, o que motiva muitas empresas a adotar inovações tecnológicas de rastreamento como o RFID, diminuindo os erros de inventário e fortalecendo a interação entre as partes da cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, a produção e dinamismo da empresa. Também explica também que existem diferentes tipos de RFID para se adaptar a cada característica da empresa e material transportado.

2.3.1 Inovação na indústria naval

O desenvolvimento de novos produtos tem se tornado um dos pontos principais na competição entre empresas de todo mundo. Segundo (PEREIRA; LAURINDO, 2007, p.357 apud DIAS, 2005, p.21), “essa tendência mundial teve origem após a Segunda Guerra Mundial

e ao longo das décadas de 1970 e 1980, em que muitas empresas espalhadas pelo mundo passaram a ampliar o espaço competitivo além de suas fronteiras territoriais”. Foram etapas de profundas evoluções no campo tecnológico desencadeada pela junção entre conhecimento científico e produção industrial, marcada pela combinação de tecnologias avançadas e internet (LASI et al., 2014).

Apesar dos avanços tecnológicos citados, a Indústria Naval na década de 80 experimentou um período de estagnação no mercado e um atraso no processo de inovação tecnológica e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D do setor no Brasil. Por isso, como mencionado ao longo do relatório, os parceiros internacionais foram cruciais para o acesso a tecnologias já estabelecidas em outros países. Dentro do estaleiro são utilizados processos não apenas voltados para indústria naval, mas também para o setor de gestão e produção como um todo, tendo grande importância no sucesso de qualquer operação de construção naval.

Dito isso, o estudo em questão será pautado diretamente nessa relação entre as duas áreas e como elas podem, em conjunto, aumentar a produtividade e diminuir os gargalos produtivos através de suas tecnologias.

2.3.2 Tecnologia RFID

Segundo Prediger, Freitas e Silveira (2018), “essa tecnologia teve suas origens na segunda guerra mundial, onde era utilizada para identificação de aviões amigos e inimigos”. O RFID, ou Identificação por Radiofrequência, começou a ser utilizado na década de 80 como um sistema de rastreamento e controle, originando diversos estudos com outras praticabilidades. Dessa forma, nasceu o Código Eletrônico de Produtos (EPC), uma arquitetura de identificação de produtos que utilizava os recursos dos sinais de radiofrequência.

O RFID é um sistema sem fio que utiliza ondas de rádio para atribuir identidade, sob forma de EPC em uma *Tag* - etiqueta eletrônica.

Estas etiquetas eletrônicas conseguem armazenar muito mais informações que os códigos de barras e os dados transmitidos pela etiqueta podem fornecer identificação, localização de informações, ou informações específicas sobre um determinado produto, como o preço, cor, data de compra, entre outras (MOTA, 2012).

A leitura das informações contidas no dispositivo portátil é realizada por meio da utilização de um *Reader* - leitor de tags e a comunicação entre os dispositivos acontece por

ondas de radio frequência. Esta comunicação pode ocorrer em um ambiente onde não é necessário o contato visual nem físico aos dispositivos, fazendo diversas leituras num mesmo momento, sendo ideal para construção pesada e de diversas partes.

2.3.3 *Enterprise Resource Planning - ERP*

O ERP se trata de um sistema de gestão e controle de diversos departamentos de uma empresa, desenvolvido por um conjunto de módulos para diminuir sua complexidade de utilização. Como é um sistema, existe uma melhor qualidade dos dados que propicia maior interação e diminuição do isolamento entre as áreas. De acordo com Samaranayake, Wesumpera e Ginge (2010), os dados e resultados de pesquisas e implementações são essenciais para o planejamento de materiais, atividades, operações, recursos e a execução desses planos, sendo fundamental a utilização de um sistema integrador como o ERP.

Na pesquisa, os dados são integrados usando um conjunto de informações de diversas áreas e relações adicionais para formar uma base de planejamento simultâneo e direto de muitos componentes.

No caso analisado, o ERP engloba um conjunto de softwares operacionais de um operador logístico que engloba *Warehouse Management System* (WMS), um método de automatização de estoques, dando uma rotação dirigida dos produtos a fim de minimizar a interferência humana, evitando possíveis erros. O *Real-Time Location System* (RTLS), um sistema de localização em tempo real, poderia ser usado em conjunto com o RFID, mas foi deixado para um segundo momento a fim de centralizar o relatório em um tema único. O *Order Management System* (OMS), um gerenciamento de ordens de serviço e, por fim, o *Transportation Management System* (TMS), de transporte, são alguns módulos do software da empresa alemã utilizado pelo estaleiro.

O Estaleiro Atlântico Sul, como esperado, já possui todos os módulos de gestão e logística comentados anteriormente, o SAP. O intuito do relatório fica a cargo da inserção da tecnologia RFID dentro desse processo de gerenciamento, identificando quais etapas e procedimentos precisam ser reajustados para o encaixe perfeito desse novo método. Mas para isso, é necessário entender como funcionam esses sistemas na prática.

2.3.3.1 Warehouse Management System - WMS

É um software que otimiza o espaço utilizado no armazém e facilita a gestão do estoque, atualizando em tempo real os colaboradores de cada departamento. Consegue centralizar as informações do banco de dados e gerar relatórios importantes para tomadas de decisões. No EAS já existe esse tipo de gestão, mas sem controle automático dos elementos e a adição de etiquetas RFID, causando por exemplo, peças perdidas dentro do próprio espaço de armazenagem.

2.3.3.2 Transport Management System - TMS

É um software de gestão e controle de todo o processo de distribuição logística de uma empresa, tendo como premissa a integralização de todas as partes envolvidas nesse processo, a fim de garantir a melhor qualidade e produtividade possível. Existem diversos temas abrangidos por esse sistema – gestão de frotas, fretes, roteirização, programação e controle de cargas, rastreamento, custo dos equipamentos, custo dos operadores, atendimento ao cliente etc.

Segundo Gasnier e Banzato (2001), o sistema tem como finalidade identificar e controlar os custos inerentes a cada operação, sendo importante para obter os custos de cada elemento existente na cadeia de transporte, a qual envolve o veículo, a gestão dos recursos humanos e materiais, o controle das cargas, os custos de manutenção da frota e os índices de discrepâncias nas entregas.

2.3.3.3 Order Management System - OMS

É um software que faz a gestão e controle de ordens de serviço entre o cliente e o operador logístico, dando rastreabilidade e criando integração com outros sistemas. Captura o pedido e distribui automaticamente para o TMS ou WMS. De acordo com Faro e Petuco (2010), esta interligação normalmente é via interface eletrônica com uso de Intercâmbio Eletrônico de Dados – EDI, trafegando pedidos de compra, pedidos de venda, saldos de estoque, rastreabilidade de lotes, informações fiscais, pedidos atendidos parcialmente, saldos de pedidos pendentes, administração de estoques etc.

Como o mercado de construção naval não existe demanda ou pedido contínuo de cliente, pode-se, então, transformar a relação cliente – operador logístico para demandas internas – operador logístico, estabelecendo uma conexão entre os sistemas e dando dinamismo nas integrações.

2.3.4 Dificuldades na implementação do RFID

De acordo com Wijngart, Versendaal e Matla (2008), apesar das vantagens competitivas adquiridas pela empresa em adotar o sistema RFID, existem diversos desafios para uma implementação satisfatória e completa, tais quais os altos custos ou dificuldades técnicas, as dificuldades humanas e trabalhistas de assimilação e entendimento. Diante dessas dificuldades, diversos pesquisadores começaram a realizar estudos a fim de desdobrar esses desafios e entender melhor essa implementação do RFID. Um estudo de Moretti (2017) realizou um compilado de dezoito dificuldades e estudos acerca do tema, apresentados na tabela seguinte.

Tabela 1 – Dificuldades associadas à implementação de sistemas RFID

	Estudos
1. Falta de apoio da alta gerência	(PARK; KOH; NAM, 2010); (BAHRI; IBRAHIM, 2013); (WIJNGAERT; VERSENDAAL; WITTWER, 2008); (BECKER et al., 2009); (ATTARAN, 2007); (MOON; NGAI, 2008)
2. Falta de colaboradores com conhecimento técnico	(PARK; KOH; NAM, 2010); (MOON; NGAI, 2008); (OSYK et al., 2012); (VIEHLAND; WONG, 2007); (WU et al., 2006)
3. Resistência dos colaboradores	(MATTA; MOBERG, 2006); (WIJNGAERT; VERSENDAAL; WITTWER, 2008); (PEDROSO; ZWICKER; SOUZA, 2009)
4. Custo geral oneroso	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (MEHRJERDI, 2013); (MOON; NGAI, 2008); (YU, 2007); (GARFINKEL; JUELS, 2005); (GUNTHER; SPIEKERMANN, 2005); (JUELS, 2006); (OKUBOCO; SUZUKI; KINOSHITA, 2015); (KELLY; ERICKSON, 2005); (RIEBACK; CRISPO; TANENBAUM, 2006); (STAJANO, 2005); (CARR et al., 2010); (WIJNGAERT; VERSENDAAL; WITTWER, 2008); (OSYK et al., 2012); (ATTARAN, 2007); (WU et al., 2006); (DEVRIES, 2008)
5. Dificuldade definir o impacto estratégico e ganho real	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (BECKER et al., 2009); (MEHRJERDI, 2013)
6. Dificuldade associada à comunicação	(ATTARAN, 2007)
7. Dificuldade de calcular o retorno de investimento	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (WIJNGAERT; VERSENDAAL; WITTWER,

	2008); (MEHRJERDI, 2013); (OSYK et al., 2012); (ATTARAN, 2007); (LIM; LEUNG, 2013); (DOMINGUEZ-PÉRY; AGERON; NEUBERT, 2013)
8. Problema de adequação do layout	(KARAGIANKA; PAPAKIRIAKOPOULOS; BARDAKI, 2011); (ATTARAN, 2007); (YU, 2007)
9. Dificuldade de fornecedores capacitados	(ATTARAN, 2007)
10. Dificuldade de sistemas amigáveis para usuários	(MOON; NGAI, 2008)
11. Falta de normas e padrões disponíveis	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (WIJNGAERT; VERSENDAAL; WITTEW, 2008); (MICHAEL; McCATHIE, 2005); (ATTARAN, 2007); (LIM; LEUNG, 2013); (WEI et al. 2015)
12. Escassez de literatura acerca do tema	(MOON; NGAI, 2008); (KARAGIANKA; PAPAKIRIAKOPOULOS; BARDAKI, 2011); (WEI et al., 2015); (PEDROSO; ZWICKER; SOUZA, 2009); (ATTARAN, 2007); (BAHRI; IBRAHIM, 2013); (LIM; LEUNG, 2013).
13. Dificuldade no processo de manutenção	(MOON; NGAI, 2008)
14. Problema de migração do sistema anterior	(ATTARAN, 2007)
15. Problema de integração com sistemas atuais	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (MOON; NGAI, 2008); (PEDROSO; ZWICKER; SOUZA, 2009); (LIM; LEUNG, 2013)
16. Dificuldade de desenvolver treinamentos	(ATTARAN, 2007)
17. Dificuldade ligação do sistema aos indicadores	(BENDAVID et al., 2010)
18. Dificuldade garantir segurança e privacidade	(VIJAYARAMAN; OSYK, 2006); (YU, 2007); (HARDGRAVE; WALLER; MILLER, 2006); (STORM-MATHISEN, 2014); (WU et al., 2006)

Fonte: Adaptada de (MORETTI, 2017)

No entanto, as dificuldades mencionadas anteriormente estão relacionadas aos casos de implementação de RFID gerais. Por isso, deve-se adequar o uso desses estudos e desafios para o caso específico da indústria estudada: construção naval e estaleiro. Neste caso, os desafios mais significativos e que foram tratados ao longo do estudo foram o 4, 7, 8, 10 e 15 como mostrado na Tabela 4. Além desses, existe outra dificuldade não contemplada na análise

anterior com ainda mais importância no estudo de caso estudado, que é o de interferência dos metais na leitura dos equipamentos. Ao longo da seção, serão analisados cada um deles.

2.3.5 Interferências na leitura de etiqueta

Com relação às aplicações de RFID em ambientes de construção naval, os estudos de Jaselskis e El-Misalimi (2003) e Vossiek, Miesen e Wittwer (2010) detalham problemas recorrentes com a aplicação do RFID em ambientes onde normalmente há o processamento de grandes quantidades de metal, gerando falhas de sintonia em virtude do sinal refletido dos metais, interferências destrutivas e sombras. Por isso, a primeira etapa dos estudos foi avaliar as restrições reais, como as de origem magnéticas no ambiente que agem diretamente na captação dos leitores.

Um teste *in loco* (DUARTE FILHO; BOTELHO; SANTOS, 2014) realizado no Estaleiro Rio Grande – ERG para verificar a possibilidade de utilização dos componentes do sistema RFID no ambiente de construção. Os testes foram realizados em diversos espaços do ERG para analisar as interferências sentidas em cada momento de construção do navio, como campo aberto, dique seco, nos pórticos gigantes, na área de submontagem, construção de blocos, oficinas do estaleiro. Nos testes, foram utilizadas etiquetas ativas de longo alcance dos tipos TAG L-TG100 e L-TG800, devido ao tamanho das peças e dos ambientes de produção e armazenagem, leitor L-RX201 com antena L-AN100. Constatou-se que algumas situações em que existia a presença de grande quantidade de metal, a leitura da TAG L-TG100 não teve o mesmo êxito da L-TG800.

Neste caso, a leitura chegou em até 30 metros, mas quando realizada na área de construção de grandes blocos, sendo restringida por grande quantidade de metal e equipamentos de soldagem, teve sua leitura reduzida à 15 metros de distância, mas realizada de forma satisfatória. No entanto, para regiões como as oficinas, conseguiu-se leituras semelhantes com ambas etiquetas utilizadas, mostrando que não existe tanta interferência e abrindo margem para utilização de outros tipos de etiquetas mais econômicas.

Logo, a utilização do sistema de leitura por rádio frequência quanto à interferência dos metais dentro do estaleiro é completamente possível, sujeita à etapa do processo produtivo e também aos hardwares usados no sistema. Desde que também seja realizado um estudo minucioso nos leitores e antenas para que sejam alocados em posições que cumpram com a determinação máxima de leitura estabelecida.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é classificada, quanto à sua finalidade, como um estudo de caso de aplicação de inovações tecnológicas, pois tem como objetivo fornecer uma solução para um problema que existe na prática: o índice de retrabalho e de perda de peças. Desta forma, o estudo visa dar suporte à elaboração de melhorias que possam ser implementadas no ambiente analisado. O método do RFID, que será aplicado em conjunto com o ERP para alcançar o objetivo da pesquisa, já é conhecido e utilizado em diversos tipos de organizações, como as indústrias automotiva, eletrônica, médica e farmacêutica, transporte, entre outras.

A metodologia da pesquisa científica segue os conceitos apresentados por Gehardt, Silveira e Rodrigues (2009). Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser considerada quantitativa com o intuito de entender os problemas apresentados, como está ocorrendo a fase da linha de produção e como os procedimentos podem ser modificados, determinando também a melhor posições dos equipamentos de rastreamento, com o fim de produzir resultados mensuráveis, apresentados em formas de números. Quanto à natureza, o estudo tem cunho de pesquisa aplicada, dado que visa aplicação prática e soluções de problemas específicos, envolvendo interesses locais. No entanto, a aplicação prática foi dificultada pela atual situação do estaleiro que está em um processo de recuperação judicial.

Quanto aos objetivos, usando as classificações de Gil (2007), essa pesquisa tem cunho exploratório, uma vez que o relatório busca examinar o problema estudado e criar exemplos, vistas, análise e hipóteses para torná-lo mais explícito e, intencionalmente, gerar dados para uma análise quantitativa das operações, para, dependendo dos resultados, serem aplicados na posterioridade. Dessa forma, elaborar uma planta de operação do estaleiro com o sistema RFID em funcionamento, possibilitando a identificação dos fatores que influenciam na qualidade da atuação da cadeia de suprimentos. A coleta de dados será feita através de anotações, documentos, colaboradores e dados obtidos do processo da empresa analisada.

Segundo Gehardt, Silveira e Rodrigues (2009), a pesquisa científica é o resultado de um exame minucioso realizado com intuito de resolver um problema, através de procedimentos científicos. Investigando uma pessoa ou grupo capacitado, abordando um aspecto da realidade com o objetivo, neste caso, de explorá-la. Sendo indispensável selecionar o método de pesquisa utilizado de acordo com as características da pesquisa.

Os métodos de pesquisa bibliográfica, documental e de campo foram utilizados na pesquisa bibliográfica, novamente de acordo com Fonseca (2002) com um levantamento de referências teóricas já analisadas, permitindo ao pesquisador saber o que já se estudou sobre o assunto. Na pesquisa de campo, são usadas fontes diversificadas sem tratamento analítico, como tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas etc. Já na pesquisa de campo, são feitas investigações de pesquisa documental e coleta de dados junto a colaboradores participantes das áreas estudadas.

3.1 Estaleiro Atlântico Sul

Maior estaleiro em infraestrutura do Brasil, foi o sítio de análise escolhido devido ao conhecimento prévio da sua planta, processos e por sua representatividade na Indústria Naval brasileira. Já tendo construído 9 navios e 2 plataformas offshore.

Atualmente, o Estaleiro Atlântico Sul conta com capacidade de processamento de 160 mil toneladas de aço ao ano, transformando-o em uma indústria de grande porte, de acordo com informações contidas em seu *website*.

Em termos práticos, o navio Suezmax 10, construído e entregue inteiramente pelo EAS, conta com aproximadamente 20.000 toneladas de aço, assim, teria capacidade potencial para construção de 8 Suezmax por ano, mas o fez em aproximadamente 1. Ou seja, ainda existe bastante abertura para novas soluções a fim de chegar em sua capacidade máxima.

Na indústria naval, é possível notar uma característica que diferencia a construção de grandes embarcações das demais: a variedade e singularidade de suas peças e elementos. Milhares de peças de diversos formatos diferentes são construídas para ocupar uma posição exata dentro do navio.

Ainda de acordo com seu website, o EAS está situado em uma área total de 1 milhão e 620 mil metros quadrados de terreno. Sabendo que a maior parte desse terreno tem função de estocagem de peças, blocos e equipamentos presentes no seu sistema construtivo, o controle e rastreamento dessas partes tem que ser feito de forma precisa. Devido ao seu porte, a produção do estaleiro é dividida em diversos setores e sub-setores e, entre cada um deles, existe uma série de movimentações que, caso não sejam bem feitas, podem afetar o desempenho das etapas seguintes e, conseqüentemente, do processo geral.

3.1.1 Histórico

Fundado em 2005, o EAS é resultado de um investimento de mais de R\$ 1,8 bilhão e é um dos marcos na tentativa de revitalização da indústria naval brasileira. Nessa época, os grupos Camargo Corrêa e Queiroz Galvão formaram uma sociedade e lançaram formalmente a empresa. O projeto previa a geração de cinco mil empregos diretos e 25 mil indiretos. Mas só em 2007, começou o desenvolvimento da planta industrial do Estaleiro Atlântico Sul, com a terraplenagem do terreno do empreendimento situada no porto de Suape em Pernambuco.

Figura 1 – Área de construção do Estaleiro Atlântico Sul



Fonte: Arquivo EAS

No período de construção do EAS que se estende de 2007 até 2010, o grupo idealizador teve como parceiro tecnológico a Samsung Heavy Industries - SHI. Sendo assim, existiu uma grande influência coreana na infraestrutura do estaleiro. A linha de produção, os equipamentos de movimentação, a edificação em megabloco com a utilização de pórticos com grande capacidade de içamento são exemplos disso. Na indústria naval, o corte de chapas é um evento marcante na história dos estaleiros, pois marca o início de um novo projeto. A unidade começou a operar em agosto de 2008, com a presença do então presidente do Brasil, Luís Inácio Lula da Silva e governador de Pernambuco Eduardo Campos.

Em maio de 2010, o Estaleiro Atlântico Sul entrou para a história da indústria naval brasileira ao lançar seu primeiro navio – o petroleiro Suezmax João Candido, com 274 metros

de comprimento, 48 metros de boca (largura), 52 metros de pontal (altura) e capacidade de carga em peso bruto de 157 mil toneladas – após 13 anos sem a produção de grandes embarcações no País.

Figura 2 – Lançamento do navio João Cândido



Fonte: Wikipedia

3.1.2 Infraestrutura do porto

Esta seção aborda as características de infraestrutura do Terminal de Uso Privado – TUP EAS, como obras de abrigo, infraestrutura de acostagem, instalações de armazenagem, equipamentos portuários e utilidades. Como ilustrado nas figuras a seguir, não existem obras de abrigo construídas especificamente para o EAS, de modo que o TUP utiliza as mesmas obras que o Porto de Suape, como o molhe externo de pedras, com 3.100m de comprimento; um arrecife de corais natural; e dois cabeços de proteção, norte e sul, nas extremidades do molhe e arrecife, no canal de acesso ao porto interno, mesmo acesso ao terminal da EAS. A Figura 3 ilustra a situação descrita.

Figura 3 – Vista aérea do Porto de Suape



Fonte: Autoria própria, com uso do Google Earth

O TUP EAS também conta com um cais contínuo em seu terminal, com dimensões de 730 m de extensão e 24 m de largura, denominado Cais Sul, dois berços de atracação, o Cais Norte e, o mais novo, Cais Leste. Figura 4 ilustra a situação descrita.

Figura 4 – Vista aérea do cais de acostagem do EAS



Fonte: Autoria própria, com uso do Google Earth

Tabela 2 – Identificação das áreas do Porto de Suape

1	Estaleiro Atlântico Sul	5	Cabeços de proteção
2	Porto de Suape	6	Cais Sul
3	Molhe externo de pedras	7	Cais Norte
4	Arrecife natural de corais	8	Cais Leste

Fonte: Autoria própria

3.1.3 Infraestrutura do estaleiro

Os processos de construção das embarcações são complexos, demandando muito tempo de produção e grandes áreas para instalações de estaleiros. Com intuito de facilitar essas atividades, a produção é segmentada, sendo a construção dos navios comumente realizada sob a forma de blocos. Isso se deve a fato de não haver limitação de espaço físico junto as costas marítimas (DE NIGRI; KUBOTA; TURCHI, 2009).

Nesse sentido, o EAS foi preparado para seguir uma ordenação geográfica de modo que seu espaço físico e suas edificações se adequem a uma linha de produção que é baseada na coreana, cujas primeiras etapas são representadas pelo recebimento dos materiais, seguindo para os processos de montagem das peças, perfis e painéis e, posteriormente, para edificação de sub-blocos, blocos e megablocos. Para ilustrar esses setores dentro do estaleiro, foi utilizado o plano diretor do próprio estaleiro com uma tabela de identificação e um comparativo com sua vista aérea, para serem discutidas sobre seu processo produtivo e como essas áreas se integram.

Figura 5 – Vista aérea do EAS



Fonte: Autoria própria com uso do software Google Earth

Figura 6 – Mapeamento dos setores do EAS por seu plano diretor



Fonte: Adaptado do Arquivo EAS

Tabela 3 – Identificação das áreas do EAS

1	Pátio de chapas	24	Estoque de chapas
2	Oficina de pré-tratamento	26	Central de resíduos
3	Oficina de corte	27	Oficinas de apoio
4	Oficina de sub-montagem	29	Galpões móveis
5	Oficina de blocos planos e curvos	30	Pátio de chapas
6	Oficina de blocos planos e curvos	33	Pátio de módulos
7	Oficina de jateamento e pintura	34	Vila de oficinas
8	Oficina de tubulação e caldeiraria	39	Ampliação do caminho do Goliath
9	Almoxarifado central	40	Portaria
10	Oficina de manutenção	41	Escritório
11	Almoxarifado	42	Oficinas
13	Pátio de pinturas	44	Goliath
14	Estocagem de bulk material	45	Dique Seco
15	Edificação de equipamentos	C	Área de estoque da pré-edificação
17	Área de sucata	J	Área de acabamento dos blocos
18	Área de sobre de projetos de navio	G	Área de pré-edificação
19	Galpão de pintura tubulação	H	Área de pré-edificação
21	Área de logística	D	Área de mega-bloco
23	Estacionamento		

Fonte: Adaptado do Arquivo EAS

3.1.4 Processo de construção

Esse processo assemelha-se à construção de um Lego, começando na preparação de elementos individuais e fazendo a associação desses elementos entre si até a formação de um grande bloco. As definições para os tipos de elementos que fazem parte dos processos de construção naval no EAS e que foram utilizados pelo relatório são as seguintes:

- ◁ **Chapas:** como é comprado o aço, antes do corte;
- ◁ **Peças:** elemento resultante do corte da chapa, sendo único;
- ◁ **Perfis:** perfilados, reforços, peças que são construídas a partir do processamento de chapas de aço e outros com massa de até duas toneladas;
- ◁ **Painéis:** painéis planos ou curvos, estruturas em sanduíche ou outros com até 20 toneladas;
- ◁ **Sub-blocos:** associação de painéis e estrutura interior com massa de até 60 toneladas;

- ◁ **Blocos:** associação de sub-blocos e outras unidades, com massa em torno de 200 toneladas;
- ◁ **Megabloco:** estrutura formada por blocos, com massa em torno de 1000 toneladas.

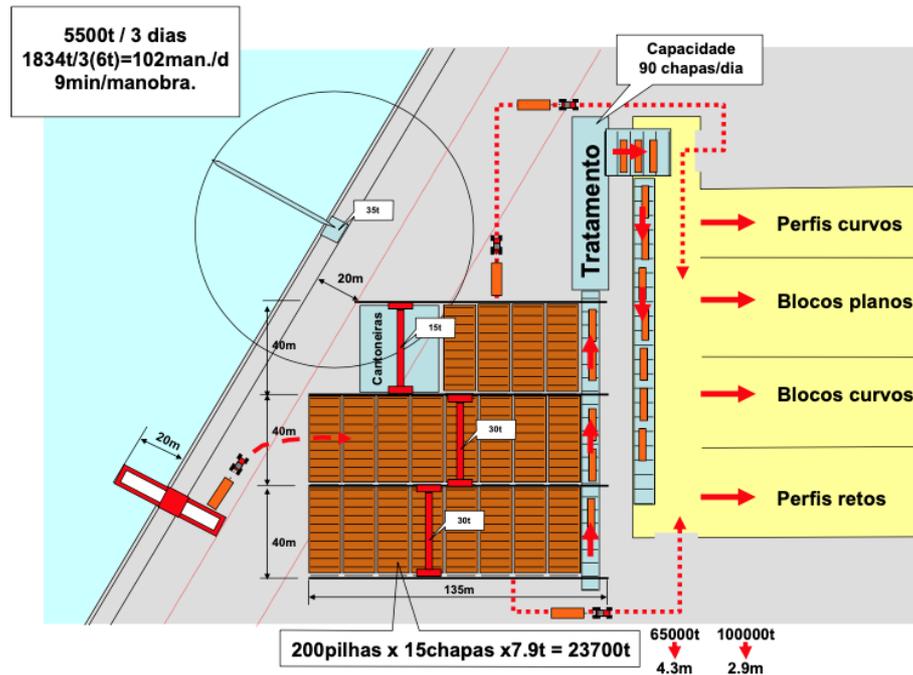
No caso do EAS, conforme sequência descrita na Figura 6, o processo tem início na recepção das chapas pelo Cais Sul, sendo armazenadas no Pátio de Chapas por pórticos e transportes móveis com área de 14.500 m² em 3 linhas de armazenagem com capacidade de 200 pilhas de 15 chapas de 7,9 toneladas, totalizando 23.700 toneladas. Para fazer a movimentação dessas chapas no Pátio são utilizadas 3 pontes rolantes – 2 de 30 toneladas e 1 de 15 toneladas – e esteiras rolantes para levá-las à etapa seguinte.

Figura 7 – Vista aérea do Pátio de Chapas



Fonte: Arquivo do EAS

Figura 8 – Mapeamento e planejamento de capacidade do Pátio de Chapas



Fonte: Arquivo EAS

As esteiras rolantes entregam as chapas à Oficina de Tratamento para fazer a limpeza, jateamento e pintura de proteção nas chapas com o auxílio da máquina *Shot Blasting*, com capacidade de 100 chapas por dia (Figura 9). Em seguida, são movimentadas para Oficina de Corte, que conta com 7 máquinas de corte CNC (Controle Numérico Computadorizado) de Plasma e Oxi-Corte (Figura 10), baseada nas peças desenhadas pela equipe de planejamento com a utilização do *Nesting* – marcação otimizada.

Figura 9 – Máquina de *Shot Blasting*

Fonte: Arquivo EAS

Figura 10 – Máquina de Corte CNC



Fonte: Arquivo EAS

Após o corte dos elementos, as peças são movimentadas por pontes rolantes em toda extensão das oficinas, com altura de 25 metros e capacidade de carregamento de 30 toneladas nas primeiras etapas, passando para 150 toneladas e 250 toneladas nas últimas oficinas, que

contam com uma área total de 36.600 m². Nessa primeira etapa, na Oficina de Sub-montagem, as peças são preparadas e associadas para as etapas seguintes que são divididas quanto ao seu tipo e finalização: perfis planos, perfis curvos, painéis planos e painéis curvos. Nessa etapa ocorre a junção alinhada de duas ou mais peças sendo utilizados processos de fabricação como soldagem, conformação, entre outros.

No estágio seguinte, na Oficina de Blocos Planos e Curvos, são agrupados, montados e soldados as peças, perfis, painéis e itens conformados para os blocos do navio ou plataforma. Então, o bloco ou sub-bloco é levado para a Oficina de Hidrojateamento e Pintura por macacos hidráulicos com capacidade de carregamento de até 330 toneladas. Assim, o bloco já estava pronto para começar sua pré-edificação e serem associados a outros blocos advindos das oficinas.

Figura 11 – Fabricação de perfis nas oficinas



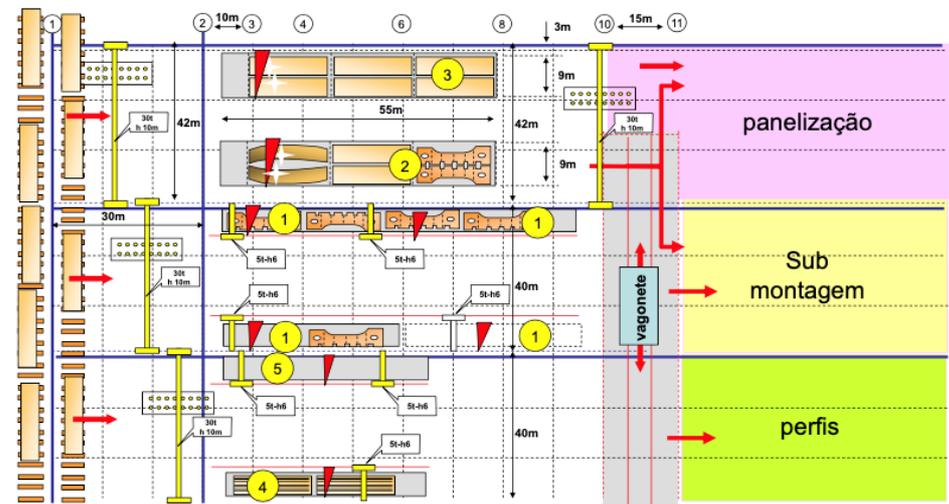
Fonte: Arquivo EAS

Figura 12 – Montagem de bloco nas oficinas



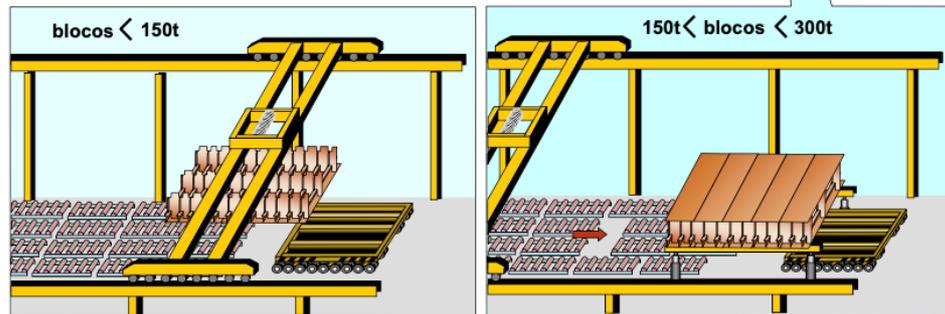
Fonte: Arquivo EAS

Figura 13 – Mapeamento e planejamento de capacidade das oficinas



Fonte: Arquivo EAS

Figura 14 – Ilustração da movimentação dos blocos nas oficinas



Fonte: Arquivo EAS

Nas etapas seguintes, os blocos são movimentados das oficinas pelos macacos hidráulicos até as áreas de acabamento e pré-edificação, onde eram realizadas suas associações até chegar ao mega-bloco na Área de Mega-bloco ou Dique Seco. Essas grandes áreas eram divididas em espaços menores e ordenadas de acordo com sua posição – na vertical por ordem numérica e na horizontal alfabética.

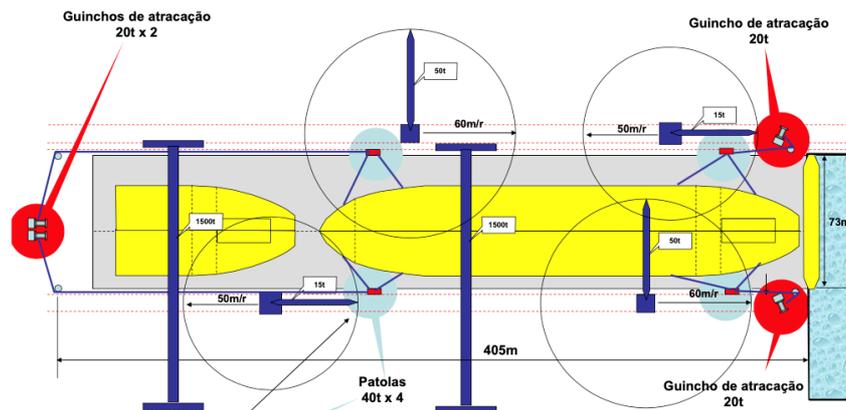
As montagens dos blocos são realizadas por algum equipamento de elevação, ou dependendo da sua massa estrutural, ser montado pelo Goliath – o maior guindaste do Atlântico Sul. Os dois Goliath pertencentes ao EAS têm altura de 100 metros, largura de 164 metros e uma capacidade de içamento de 1.500 toneladas, representados em um investimento de US\$ 68 milhões. Eles estão entre os maiores do mundo e tem a mesma capacidade dos guindastes instalados nos estaleiros mais modernos da Ásia, podendo operar de forma sincronizada, dobrando sua capacidade.

Figura 15 – Goliath do Estaleiro Atlântico Sul



Fonte: Portal Naval

Figura 16 – Mapeamento e capacidade do dique-seco



Fonte: Arquivo EAS

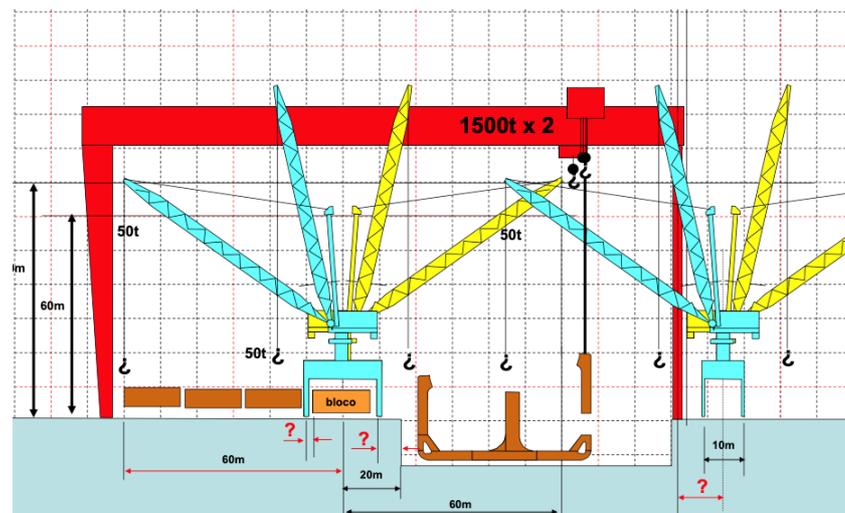
A parte final da edificação dos blocos é realizada diretamente no dique seco [45] pela restrição de movimentação enquanto navio pronto, como mostrado na Figura 15. O dique seco do EAS tem 400 metros de extensão, 73 metros de largura e 12 metros de profundidade, reduzindo em aproximadamente 55% o tempo de construção de megablocos. Por tratar-se da etapa final da construção, assim, uma necessidade maior de carregamento, existe a dependência direta com os Goliaths e outros pórticos adjuntos menores, como mostrado a seguir.

Figura 17 – Construção do dique-seco



Fonte: Arquivo EAS

Figura 18 – Mapeamento e capacidade do dique-seco



Fonte: Arquivo EAS

Ao longo do processo produtivo, existem alguns processos auxiliares que não se tornaram referência para estudo devido a sua complexidade e a fim da elaboração de um relatório mais direto e conciso.

3.1.5 Gestão de produção

O processo completo do Estaleiro Atlântico Sul, como toda indústria naval de grande porte, é bastante complexo, e isso é devido à sua diversidade de processos produtivos e

infinidade de parte produzidas, estocadas e edificadas. Sendo assim, faz-se necessário a utilização de um sistema que compile e organize os dados registrados, facilitando a comunicação e integração entre essas etapas e processos.

Inicialmente, era utilizado o software Aveva com módulo Mars, especialmente desenvolvido para a construção naval, otimizando o controle de processos, logística, gestão de produção e materiais. Depois disso, foi implementado o SAP e sistema Legacy, utilizado pelo parceiro japonês *Ishikawajima Harima Heavy Industries* – IHI. Por fim, permaneceu apenas o SAP para controle de aquisições e estoque, a parte de cronograma e planejamento com MS-Project e Excel, softwares da Microsoft integrado ao Primavera da Oracle, e a parte de cronogramas e controle de movimentação em códigos de barra feito no próprio Excel. Um colaborador chegou a desenvolver um sistema de acompanhamento de movimentação pelo celular, chamado SD, conseguindo coletar o realizado *in loco*, mas ainda sem realizar o planejamento.

Como dito, não existe um sistema bem consolidado de rastreio, mas um mapeamento de pallets em que os elementos contidos eram determinados e identificados pelo navio, bloco e compartimento final. O início do modelo de rastreamento ocorre a partir da requisição do elemento e sua quantidade pela área de destino à área de origem ou fabricação – pipeshop, caldeiraria, oficina de montagem etc. Assim que recebido, o colaborador dava baixa como recebido no sistema SD, como um *checkpoint* e a área de origem dava baixa como entregue, sendo identificado o pallet, possibilitando uma série de erro humano, tais como:

- ◁ O receptor não conferir o material corretamente e confirmar o recebimento com peças faltantes;
- ◁ Um erro de posicionamento das peças e devido ao tamanho do estoque, não conseguir localizá-la novamente;
- ◁ Um colaborador que não fez o recebimento do pallet pegar uma peça e usar em outra área ou outro navio.

3.1.6 Identificação e rastreio de elementos

Segundo Min (2008), a indústria de construção naval tem sistema de produção bastante complexo, pois as embarcações são construídas a partir de numerosas peças, blocos e subsistemas, contando com um planejamento e controle da produção intimamente relacionados com sua produtividade. Obviamente, a quantidade de elementos varia em cada projeto, não só

pela diferença de embarcação, mas também pela diferença de planejamento e partes subcontratadas. Usando o exemplo do navio Suezmax 10, construído e entregue inteiramente pelo EAS, sua construção e edificação englobou os seguintes volumes:

Tabela 4 – Volumes de construção do Suezmax 10

	Volumes	Unid.
Processamento	21.312	ton
Montagem de Blocos	21.312	ton
Pré-edificação	10.678	m
Edificação	16.835	m
Sub-blocos	449	unid.
Blocos	231	unid.
Mega-blocos	30	unid.

Fonte: Adaptada de Arquivo EAS

Apesar da grande quantidade de volumes, a metodologia utilizada para rastreamento desses elementos é parcialmente manual. Na etapa inicial de produção, a gravação da identificação varia quanto ao tipo de elemento. Em tubulações e pallets por exemplo, as identificações são mais robustas devido ao seu valor agregado mais alto, e feitas com etiquetas e códigos de barra no qual contavam com informações acerca da peça cortada, casco e bloco destino entre outras características físicas do elemento, mas começou a ser implementado um novo método por etiqueta, por *QR Code*, mas ainda sem identificação automática. Já nas chapas, peças, perfis e painéis a gravação em cada chapa era realizada pela máquina de corte ou até mesmo por canetas marcadoras, mas com as informações em códigos.

Figura 19 – Identificação antiga dos elementos



Fonte: Arquivo EAS

Figura 20 – Identificação dos elementos que estava sendo implantada em tubulações



Fonte: Arquivo EAS

Figura 21 – Identificação das peças, perfis, painéis e blocos



Fonte: Arquivo EAS

O desenho da gravação é realizado na etapa planejamento de produção, antes mesmo

das peças serem cortadas. Como se trata de um planejamento inicial e não contínuo, está sujeito a diversos tipos de falhas e inexatidões. Devido ao tamanho desse local e a grande quantidade e variedade de peças, qualquer movimentação imperfeita, mesmo que a peça esteja próxima, torna-se impossível ou demorada a sua localização. Em ambas situações, a fabricação de uma nova peça de mesmas características se torna a melhor solução, atrapalhando toda a linha de produção e planejamento.

Então, como mencionado na seção 2.2.5, o sistema SD associa as informações necessárias para a localização de alguns elementos, e contém as seguintes variáveis:

- ⟨ **BD:** código de identificação advinda do projeto;
- ⟨ **Tag:** identificação para o elemento;
- ⟨ **Pallet:** identificação para o pallet, pode conter diversas peças;
- ⟨ **Bloco:** bloco no qual o elemento faz parte;
- ⟨ **Mega:** mega-bloco no qual o elemento faz parte;
- ⟨ **F:70:** um exemplo de localização do sub-setor em que o elemento se encontra.

Figura 22 – Layout do sistema SD

BD	TAG	QTD	QTD AV	BLOCO	PALLET	FASE	MEGA	ETAPA	STATUS
28785	1E520PAC013101	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		
28788	1E520PAC013102	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		
28787	1E520PAC013103	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		
28789	1E520PAC013104	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		
28613	1E520PAC013105	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		
13482	1E520PAC050051	1	0	E520P	HE520PPPU300H03TUB	30	E51GP		
13469	1E520PAC060052	1	0	E520P	HE520PPPU300H03TUB	30	E51GP		
28617	1E520PAC050106	1	0	E520P	HE520PPP0400W00V01	40	E51GP		

Fonte: Arquivo EAS

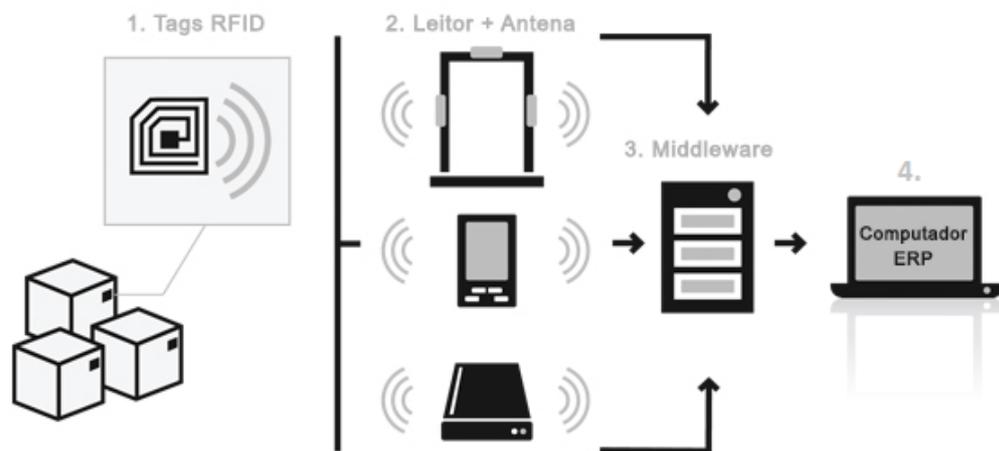
Para contornar esse tipo de situação, se propõe modificar o código adicionado no início da montagem e corte pelas etiquetas RFID, adicionando os leitores e antenas ao longo da linha produtiva, seguindo a divisão de sub-setor atual do EAS. Obtendo assim, o registro das atividades mencionadas de forma automática e o reconhecimento dos itens. Além das peças, as etiquetas RFID também devem ser postas nos painéis, sub-blocos e blocos acompanhando sua movimentação ao longo do estaleiro, e não mais nos *pallets*. Quando chegarem na fase de edificação, pode ser feita a remoção das etiquetas dos elementos menores: peças, perfis e

painéis, visto que já possuem a identificação do bloco com essas informações e reutilizá-las nas peças iniciais, tendo seus dados internos alterados.

3.2 Funcionamento do sistema RFID

O sistema de identificação por frequência de rádio utiliza os componentes representados na Figura 23: Tag, que é anexada ao item a ser rastreado; Leitor, que reconhece os identificadores e lê as informações armazenadas; Antena e Sistema de Comunicação, os quais se comunica com o leitor através de um software chamado Middleware (MALTA, 2009).

Figura 23 – Componentes de um sistema RFID



Fonte: Visua RFID

O curso do procedimento utilizado ocorre no seguinte modo:

- 1 – As informações sobre identificação do objeto são gravadas nas tags e a seguir, coladas a um item, como peças, equipamentos, painéis e blocos;
- 2 – Estas informações são lidas pela antena e leitor com a tecnologia de radiofrequência;
- 3 – O middleware gerencia o volume de informações adquiridas ao longo da cadeia;
- 4 – Ao final é realizada a integração com os sistemas de gerenciamento, o SAP.

No entanto, existem algumas limitações no sistema de leitura que dependem da frequência utilizada. Por causa disto e da grande variedade de modelos, tanto o sistema quanto os seus componentes devem ser amplamente discutidos e estudados a fim de cumprir com a melhor necessidade do negócio. O sistema pode ser categorizado pela frequência de rádio

utilizada na sua comunicação e essa frequência impacta na distância máxima que o leitor deve ter da etiqueta, como mostrado a seguir:

- ⟨ **Low frequency (LF):** até 300 KHz e distância de leitura inferior à 10 cm;
- ⟨ **High frequency (HF):** até 13,56 MHz e leitura inferior à 1 m;
- ⟨ **Very High Frequency (VHF):** até 960 MHz e leitura inferior à 15 m;
- ⟨ **Ultra High Frequency (UHF):** até 3 GHz e leitura até 150 m.

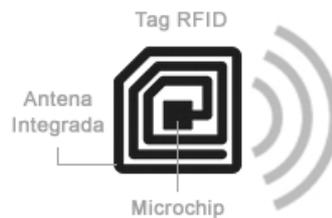
3.2.1 Componentes do sistema RFID

As seguintes subseções detalham os componentes principais do sistema RFID.

3.2.1.1 Tags

A etiqueta, desde que escolhida de forma adequada, permite a gravação de informação e identificação de qualquer elemento e são compostos por um processador, um microchip, uma antena e, dependendo da tecnologia utilizada, uma bateria.

Figura 24 – Componentes gerais das tags RFID



Fonte: Afixgraf RFID

Como dito, é preciso escolher, dentre as diversas categorias de etiquetas, a que melhor se adapta à funcionalidade desejada. Essas etiquetas possuem infinitas configurações, podendo variar tanto quanto à sua forma de fixação – adesivo, cola, pressão, soldagem, parafusos, rebites etc – quanto ao seu formato: cartão, botão, pulseira, clipe, chaveiro, etiqueta, placa, adesivo etc.

Pode se categorizar também quanto à sua fonte de energia:

- ⟨ **TAG Passiva:** não utiliza bateria interna, é alimentada pelas ondas de rádio do leitor;
- ⟨ **TAG Semi-passiva:** utiliza uma bateria para os circuitos do chip, mas comunica-se por atração do leitor;
- ⟨ **TAG Ativa:** possui sua própria bateria.

Esta última, tem uma complexidade maior para ser analisada. A fim de se obter o melhor custo-benefício da etiqueta escolhida para análise, deve ser analisada juntamente com as variáveis de operação de cada uma de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 5 – Características por tipo de Tag

	TAG Ativa	TAG Passiva
Frequência	Até 2,45 GHz	Até 960 MHz
Distância de leitura	Até 150 m	Até 15 m
Custo	\$20-50 u	\$0,1-1 u
Tamanho	Menor que smartphone	Menor que cartão
Indústria	Oléo, Gás, Minério etc	Manufatura, varejo etc
Alimentação	Bateria interna	Ondas de RF

Fonte: Adaptado de Atlas RFID

No caso do estaleiro Atlântico Sul, a identificação do elemento se dá de forma análoga ao código de barras, com sua marcação realizada a depender do tipo de elemento utilizado. Tratando-se das peças, onde existe a maior necessidade dessa nova tecnologia, devido a sua quantidade e variedade, a marcação é feita com máquina de corte que opera lendo arquivos previamente desenhados pelo grupo de engenharia.

3.2.1.2 Leitores e antenas

Como o nome já diz, o leitor é o responsável pela identificação e leitura das informações contidas na etiqueta por meio de uma antena, processando e repassando as informações para as etapas seguintes do sistema. Como nas etiquetas, os leitores também possuem diversas formas de características, devendo existir conexão com as etiquetas e também escolhidos mediante a necessidade de utilização, sendo classificados nos seguintes tipos:

- ◁ **Portal:** é fixo como uma porta e a tag passa por dentro dele;
- ◁ **Túnel:** como o portal, mas que oferecem uma blindagem para frequência utilizada, evitando interferências;
- ◁ **Leitores portáteis:** como celulares ou em celulares;
- ◁ **Prateleiras inteligentes:** é fixo como uma prateleira e permite monitorar os produtos estocados;

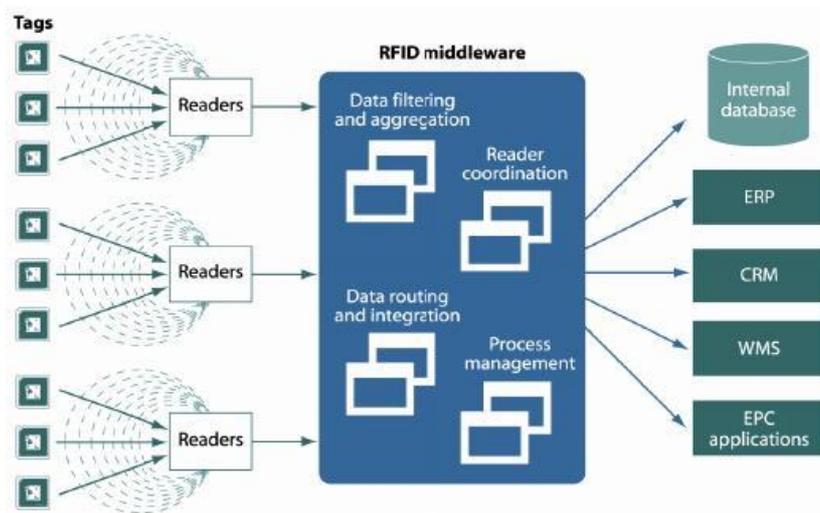
- ◁ **Impressoras:** podem fazer a leitura e a impressão de etiquetas.

3.2.1.3 Middleware

Deve existir um componente que seja capaz de gerenciar os leitores, etiquetas e filtros e de entregar esses dados de forma organizada para diferentes aplicações utilizadas nas empresas. Essa é a função do *Middleware*, com procedimentos desdobrados a seguir:

- ◁ **Encaminhamento dos dados:** transporta os dados a diversos softwares capazes de lerem e utilizarem em outras análises e controle;
- ◁ **Filtragem e agregação de dados:** como trabalha com dados em tabelas, consegue filtrar e direcionar melhor para sua aplicação direta;
- ◁ **Leitura e escrita em tags:** consegue ler e repassar diversos tipos de dados;
- ◁ **Integração à infraestrutura existente:** gerenciamento dos leitores pode ser feito a partir de softwares *open-source* já existentes no mercado;
- ◁ **Privacidade:** consegue monitorar artefatos privados, sem necessidade de consentimento e dados de consumidores.

Figura 25 – Fluxo de funcionamento do Middleware



Fonte: *Introduction to RFID Middleware* (Adak, 2014)

3.2.2 Vantagens e desvantagens

Como toda aplicação, o RFID possui seus pontos fortes e fracos e objetivo do relatório é de fazer uma análise quantitativa de acordo com esses itens, sua implementação e definição

se a tecnologia estudada, de fato, traz benefícios à operação do estaleiro. Seguem abaixo as vantagens da utilização do RFID:

- ⟨ O leitor não necessita do contato visual ou físico com a etiqueta;
- ⟨ Leitura automática, rápida, precisa e simultânea;
- ⟨ Rastreabilidade na cadeia logística;
- ⟨ Integração completa com sistemas gerenciais;
- ⟨ Grande capacidade de armazenamento e controle de dados;
- ⟨ Mais robustos e resistentes a condições naturais como: poeira, umidade e temperatura.

No entanto, para estruturação dessa tecnologia, além de despender um custo extra de produção, é necessário analisar algumas dificuldades inerentes ao seu uso e implementação, como será mostrado na Seção **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

3.3 Seleção e custo dos equipamentos

Existem diversas soluções de etiquetas para necessidade de cada tipo de negócio. No caso da construção naval, há uma variedade na escala de dezenas de milhares de peças, em que o preço das etiquetas tem grande impacto no custo final da implementação, impactando no custo-benefício da nova tecnologia. Pelos testes de interferências realizados, foram escolhidas as etiquetas utilizadas no processo, a TAG L-TG800. São do tipo UHF, pois operam num campo distante ao equipamento leitor de RFID, o que é necessário para os elementos e estrutura do estaleiro e ativas, que apesar de possuírem tamanho e custo mais elevados em comparação com as demais, possui uma fonte de energia própria tanto para alimentar seu circuito quanto para fornecer a troca de informações. Dessa forma, permitem a realização de tarefas mais complexas e uma maior capacidade de armazenamento de dados.

Segundo o manual do usuário do seu fornecedor Wavetrend, a TAG L-TG800 é ideal na operação em superfícies metálicas, e tem as seguintes especificações:

- ⟨ **Tempo de vida útil:** 5 anos
- ⟨ **Dimensões:** 85 x 70 x 9 milímetros
- ⟨ **Massa:** 25 gramas
- ⟨ **Material:** PVC
- ⟨ **Potência efetiva de rádio:** até 4GHz
- ⟨ **Preço:** aproximadamente \$20 USD/u (segundo cotação da nextpoints – empresa de

assessoria de criação de sistemas RFID)

Para analisar os custos da construção naval, diversas variáveis devem ser analisadas. A liberação de receita de um estaleiro é feita proporcional a entrega e varia em cada etapa, no caso de processamento e montagem de bloco, a medição é feita conforme entrega de toneladas, metragem de solda e pintura. Ou seja, se existir uma demanda contínua de embarcações, quanto mais rápido forem as entregas, mais receita o estaleiro recebe. Além disso, existe o custo muito alto de mão de obra que é analisado pelo time de Controladoria, a hora-homem – HH, ou seja, com as grandes cifras praticadas pela construção naval, o custo da produção muitas vezes está no tempo e não nos valores demandados em novas tecnologias.

No caso da implementação do sistema RFID no EAS, o maior custo envolvido está na obtenção das etiquetas. Foi realizada, então, uma análise pessimista acerca dos seus custos, tratando unicamente o novo sistema como um custo extra. O custo das etiquetas é elevado em relação ao sistema atual de código de barras, cada etiqueta RFID apresentada custa cerca de 20 dólares. O preço final do produto acaba aumentando, já que a tecnologia RFID não depende somente da etiqueta, mas sim de uma estrutura completa.

Esse investimento depende da saúde e planejamento financeiro do estaleiro. O estudo pode focalizar também nas etapas de produção mais críticas, como a saída das peças das oficinas e um uso distinto de etiquetas a depender do elemento utilizado. Por exemplo, no caso das chapas e peças – onde existe maior quantidade e variabilidade, serem utilizadas etiquetas semi-passivas, mais baratas – \$1,5 USD/u, porém com alcance mais curto – 6 metros para o modelo selecionado anti-metal, da fabricante Hopeland, mas possíveis de serem utilizadas por etiquetar elemento menores – localizadas nas primeiras etapas das oficinas. E deixar as etiquetas ativas para utilização em tubulações, acessórios, perfis, painéis e blocos – localizados na última etapa das oficinas e em sua parte externa, sem prejuízo na leitura, de acordo com Duarte Filho, Botelho e Santos, (2014).

Para a quantidade de etiquetas, mais importante do que dimensionar o número de peças de uma embarcação, um dado que depende de cada plano detalhado de construção, é dimensionar a capacidade de produção do estaleiro que deve estar preparado para qualquer contrato. Como mostrado, a capacidade de tratamento das chapas na linha de produção do estaleiro é de 90 chapas/dia e, em média, cada chapa consegue produzir 60 peças, como Cheol-Soo et al. (2013) mostra numa análise de nesting.

Com esse número, próximo passo é identificar o ciclo de utilização dessas etiquetas para calcular o período de retirada e novas colagens. Por dado interno do estaleiro, leva-se em média 75 dias para a montagem dos primeiros blocos, tempo necessário para a retirada das primeiras etiquetas que ficaram sem utilização pelo raio de leitura e consequente substituição de etiquetas mais robustas. Para as outras partes, os números foram desdobrados a partir do Suezmax apresentado anteriormente.

Tabela 6 – Custo das tags do sistema RFID

	Tag	Custo unitário	Quantidade	Custo Total
Chapas	CL7203	\$1,50 USD	-	\$0
Tubulações	L-TG800	\$20,00 USD	-	\$0
Acessórios	L-TG800	\$20,00 USD	-	\$0
Peças	CL7203	\$1,50 USD	405.000	\$607.500,00
Perfis	L-TG800	\$20,00 USD	3.543	\$70.860,00
Painéis	L-TG800	\$20,00 USD	1.796	\$35.920,00
Sub-blocos	L-TG800	\$20,00 USD	449	\$8.980,00
Blocos	L-TG800	\$20,00 USD	231	\$4.620,00
Megablocos	L-TG800	\$20,00 USD	30	\$600,00

Fonte: Autoria própria

Apesar das etiquetas representarem o maior custo do sistema, existem também hardwares, softwares e colaboradores necessários para o seu completo funcionamento. Os leitores e antenas escolhidos devem ser capazes de se comunicar com as etiquetas ativas utilizadas, devendo ter uma frequência de rádio recebida em concordância com as etiquetas. Como na escolha das etiquetas, o leitor e antenas da análise foram escolhidos e testados em Duarte Filho, Botelho e Santos (2014), sendo o READER L-RX201 e ANTENA L-AN100, com preços unitários de \$1000 USD e \$200 USD, respectivamente, de acordo com o orçamento entregue pela sua fabricante Wavetrend.

O software é um elemento indispensável nesse sistema e sua função é integrar as leituras realizadas pelos equipamentos utilizados no sistema com o sistema de gestão integrado utilizado pelo EAS, o SAP. O módulo adicional SAP com esse objetivo é o SAP Auto-ID, e custo está diretamente relacionado com a quantidade de acessos ao módulo. Segundo orçamento do SAP, o Middleware custa \$100,00 USD por acesso. Quanto aos colaboradores, de acordo

com a AMI, empresa especializada em sistemas RFID para indústrias, são necessários colaboradores capacitados tanto no processo de instalação das etiquetas, quanto de manutenção preventiva do sistema. No caso do estaleiro, dois trabalhadores por turno são suficientes.

Com isso, seus custos, tipos e quantidades foram sintetizados na tabela seguinte, mas suas informações, localizações e análises para chegar nesses números serão mostrados nas seções posteriores.

Tabela 7 – Custo dos outros equipamentos do sistema de RFID

	Tipo	Custo unitário	Quantidade	Custo Total
Leitores	L-RX201	USD \$1000	198	\$ 198.000,00
Antenas	L-AN100	USD \$200	198	\$ 39.600,00
Software	SAP	R\$ 200,00	6	R\$ 1.200/mês
Colaboradores	Auto-ID	R\$ 3500,00	4	R\$ 14.000,00/mês

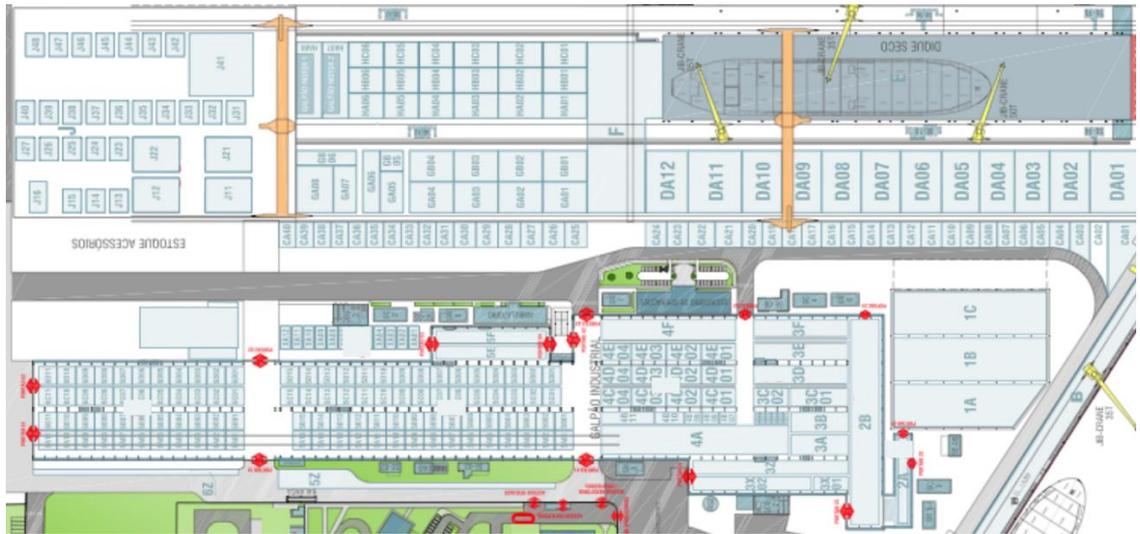
Fonte: Autoria própria

3.4 Adequação ao *layout* do estaleiro

Para o posicionamento dos leitores e antenas, é fundamental ter conhecimento da planta do EAS e entender como funciona sua linha de produção. Como dito, a proposta é fazer a alocação desses equipamentos no esquema de *checkpoints*, ou seja, criar um mapeamento dos espaços de armazenagem do estaleiro em que os leitores de cada checkpoint identifiquem sua entrada e atualize seu posicionamento em tempo real e de forma automática. Caso o elemento não siga a movimentação pré-planejada, ele não mais se perderá, uma vez que o sistema tem a identificação do seu último checkpoint.

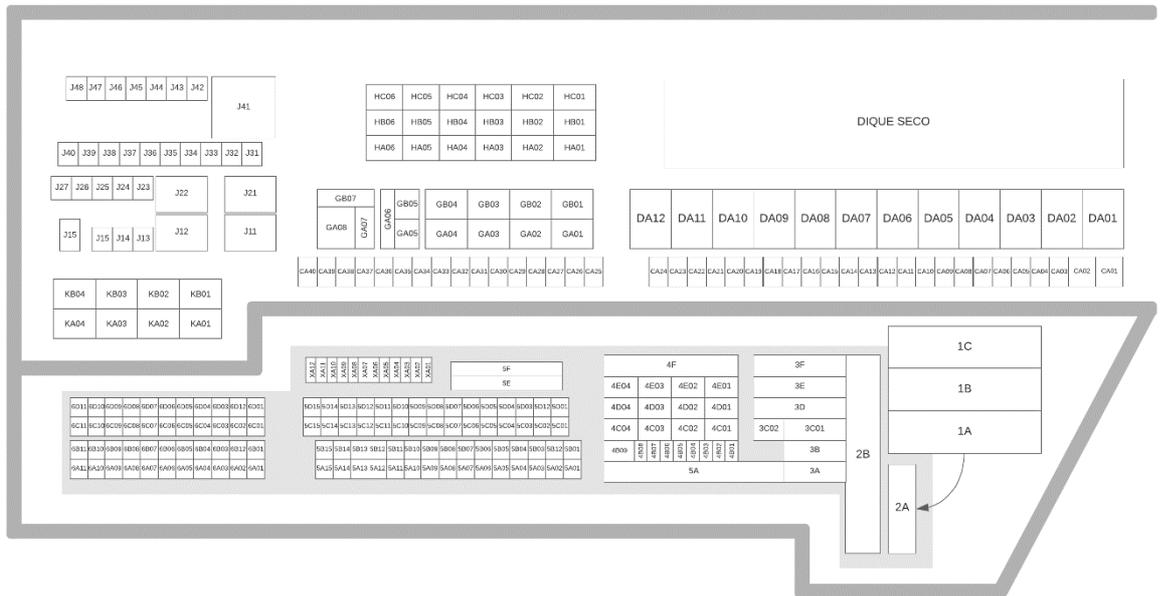
Segundo o plano diretor do próprio estaleiro, ele já é dividido em sub-setores como mostrado na figura seguinte, sendo feito um protótipo desse modelo para melhor visualização e adequação, que fica em função apenas da localização dos leitores e antenas em cada um desses sub-setores ou checkpoints.

Figura 26 – Mapeamento dos sub-setores da linha produtiva



Fonte: Arquivo EAS

Figura 27 – Mapeamento dos sub-setores da linha produtiva



Fonte: Adaptado de Arquivo EAS

3.5 Arquitetura do sistema RFID

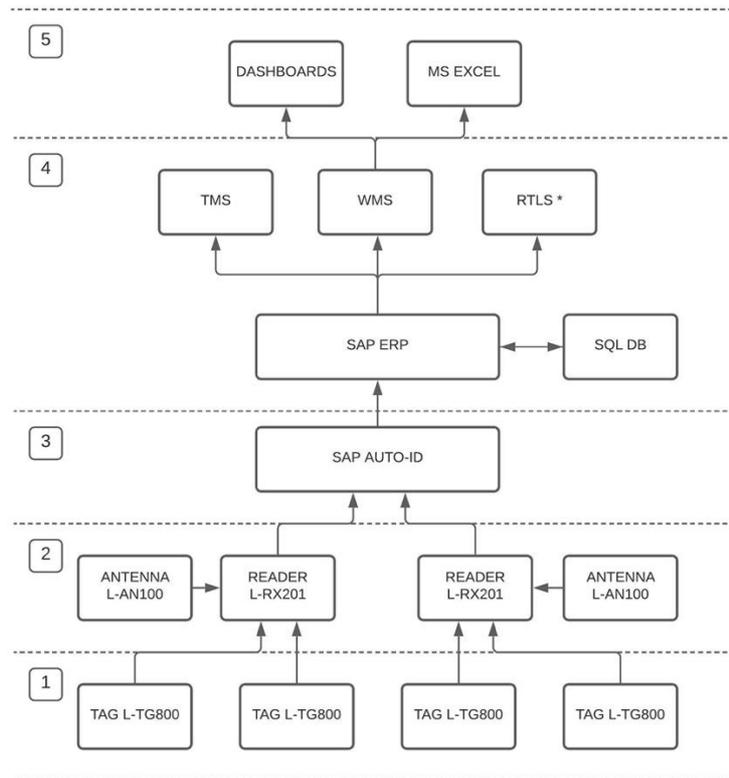
Segundo Khan et al. (2012), sistemas interligados por internet são capazes de conectar bilhões de objetos, criando um tráfego muito maior de dados, é o que ele chama de *Internet of Things* – IoT ou Internet das Coisas. O sistema RFID é um exemplo disso, podendo prover conectividade entre os elementos em qualquer lugar e a qualquer hora. Segundo ele, essa

arquitetura é dividida em cinco camadas:

- ◁ **Camada de percepção:** engloba os objetos físicos e sensores;
- ◁ **Camada de rede:** responsável pela transferência de informação dos sensores (ou camada de percepção) para o sistema de processamento (ou middleware);
- ◁ **Camada de middleware:** dispositivos (ou software) responsável por implementar diversos tipos de serviços e aplicação, executar o processamento e conectar a camada de aplicação;
- ◁ **Camada de aplicação:** softwares que fazem o gerenciamento completo das informações, baseada nas informações adquiridas pelos objetos e processadas na camada de middleware;
- ◁ **Camada de negócios:** fornece ferramentas para tomadas de decisão através de dashboards, fluxogramas, planilhas, gráficos, relatórios, tabelas etc.

A arquitetura do sistema RFID, então, é a integração entre os elementos e informações desse sistema, chegando ao ERP e sendo distribuído entre os seus módulos a fim de tangibilizar os dados para gerenciamentos específicos, transformando o conjunto de hardwares, softwares e suas funções em dado visível e valores para o time de planejamento. Com todas as informações dadas e demonstradas, chegou-se a estrutura na Figura 28.

Figura 28 – Fluxograma de arquitetura do sistema RFID



Fonte: Autoria própria

De acordo com a figura anterior, a camada de percepção [1] e [2] já foi amplamente comentada e é representada pelas etiquetas, leitores, antenas, cabos e outros equipamentos físicos do conjunto. A camada de rede seria representada pelas setas entre [2] e [3], visto que é a tecnologia de comunicação presente no sistema fazendo a transporte dos arquivos de dados em XML. A camada de middleware [3] é representada pelo módulo do ERP, SAP Auto-ID, que recebe as informações dos sensores e leva à camada de aplicação [4]. São módulos do ERP que interligam os dados obtidos dos sensores com outros dados do estoque, de transporte etc e ilustram esses dados através de dashboards para análise na camada de negócios 5.

Os softwares utilizados, inclusive o middleware, são *open source* ou *white label*, ou seja, podem ser feitos códigos para usar sua infraestrutura, porém utilizando uma interface mais específica para o ambiente trabalhado. Sendo assim, também foram pensadas interfaces de usuário para esse processo de rastreamento dos elementos por parte do grupo de planejamento mostrados na seção de resultados.

3.6 Retorno de Investimento – ROI

Um dos grandes desafios para a implantação da tecnologia RFID são os custos dessa inovação. Esses custos não estão somente associados à aquisição da estrutura física, mas também em relação à manutenção e treinamento de pessoal e mudanças nas formas de trabalhos (OSYK; VIJAYARAMAN, 2006). Segundo Osyk et al. (2012), a parte mais relevante na estimativa do custo total é a aquisição da infraestrutura necessária ao funcionamento da tecnologia, variando a estimativa com o tipo de sistema a ser implantado. De acordo com Attaran (2007), apesar das oportunidades de redução de custos operacionais, o custo para a implantação em grandes indústrias pode variar de 13 a 23 milhões de dólares americanos dependendo da solução desejada.

Segundo Moretti (2017), as organizações ainda sentem dificuldades de converter os benefícios da tecnologia RFID em números plausíveis de ROI e *payback* de longo prazo, o que pode inviabilizar a liberação de recursos e investimentos, podendo em alguns casos, inclusive, superar doze meses. Para justificar o retorno no investimento da tecnologia RFID a empresa precisa analisar o que seja crítico para o seu negócio e o que trará maior ganho (LIM; LEUNG, 2013).

Por isso, para analisar o retorno de investimento do sistema RFID, é necessário entender o mercado, a forma de receita e a saúde financeira do negócio. O ROI é uma métrica usada para saber quanto a empresa ganhou com investimentos, neste caso, a nova tecnologia implementada. Para calcular o ROI, é preciso levantar a receita total, subtrair dela os custos e dividir esse resultado também pelos custos. Apesar de aumentar o custo total, como a linha de receita do estaleiro é alinhada com o tempo de entrega dos blocos, diminuir esse tempo de edificação implica em aumentar a receita ajustada.

4 RESULTADOS

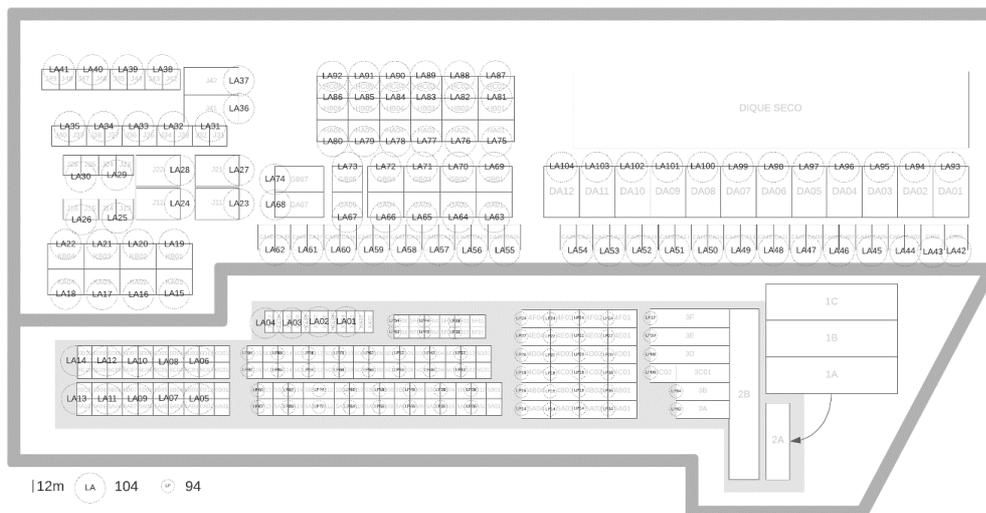
Os resultados da aplicação dos métodos dessa inovação tecnológica tem relação com a rastreabilidade as peças perdidas, aumentando a performance de cada etapa da linha de produção. Para isso, foi necessário, primeiramente, avaliar suas dificuldades e analisar previamente sua viabilidade econômica. Depois disso, selecionar os equipamentos do sistema RFID e sua localização dentro dos subsetores do estaleiro, a partir da planta de infraestrutura utilizada – com algumas modificações para facilitar essa alocação. Por fim, constituir a integração completa do sistema, definindo os softwares aplicados e as vistas utilizadas pelos

usuários para um entendimento amigável do sistema.

Com essa estrutura implementada, por meio dos resultados obtidos, espera-se medir o ROI e otimizar a distribuição de peças, dando mais dinamismo na logística interna do estaleiro com a rápida e segura identificação e rastreabilidade de peças. Garantindo assim uma maior compreensão da visão da cadeia de suprimentos quanto à segurança ou agilidade do serviço prestado. No estaleiro em questão, onde nunca foi realizado diagnóstico similar, permite a empresa tomar decisões de forma eficaz para aumentar sua razão produtiva.

Dessa forma, levando em consideração todo estudo apresentado nas seções anteriores, conseguiu-se definir quais maiores dificuldades no projeto selecionado e quais equipamentos ideais a fim de contornar esses problemas. Também, quais os limites de leitura e interferências encontradas em estudos de caso com os equipamentos escolhidos visando uma melhor performance do sistema proposto e uma alocação desses equipamentos da melhor forma. Assim, teve-se condições de chegar ao seguinte modelo:

Figura 29 – Mapeamento e alocação dos leitores e antenas do Sistema RFID



Fonte: autoria própria com uso do software Lucidchart

Então, para esse projeto, foram necessários 198 leitores, sendo posicionados no chão – no centro das circunferências com leitura dos *readers* delimitados conforme Figura 29, já que as movimentações nunca são rasteiras e sendo delimitadas por hastes, indicando a entrada dos elementos em cada sub-setor.

O funcionamento desse sistema tem sequência demonstrada pela figura anterior, inicia

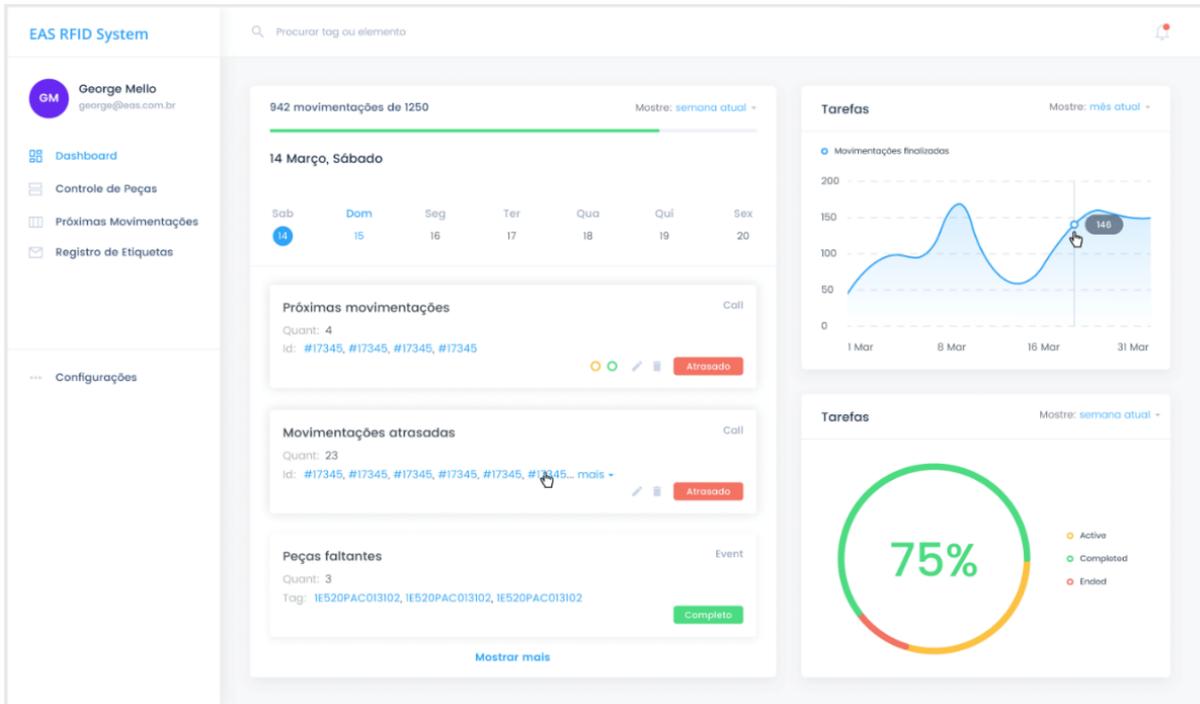
com início na colagem das etiquetas no setor de corte [2] e processamento [3] – que se mantém ao longo das oficinas a cada finalização de perfil, painel, sub-bloco e bloco, não começando antes pois a recepção das chapas já possui um bom controle de peças e desperdícios. Dito isso, os elementos começam a ser lidos ao passar para área de submontagem [4], sendo feitas suas leituras na entrada de sub-setores das oficinas [5] e [6], até saírem das oficinas e serem posicionadas para junção a outros blocos em C, D, G, J e K. Cada sub-setor, também identificadas na mesma figura, possuem um leitor com uma haste delimitando uma aresta de entrada para qualquer elemento movimentado ou novo bloco estocado.

Dessa forma, o leitor consegue fazer a leitura das peças movimentadas no estaleiro de forma automática e alimentar o ERP com todos os dados de elementos movimentados durante o processo, mas sem a necessidade de operador humano, tampouco existindo problemas recorrentes de localização de peças. Com o posicionamento realizado e os dados obtidos de forma automática, é necessário avaliar a forma como essas informações serão geridas pelo time de planejamento e os novos colaboradores que trabalharão diretamente com ele. Sendo assim, também foi necessário a criação de um em que o time de planejamento realize a gestão do sistema de forma global e contínua.

No intuito de facilitar a rotina desses novos colaboradores, pela utilização do tipo de software *open source*, foi desenvolvido um dashboard que representa apenas a interface gráfica específica para utilização do Sistema RFID e que foi descrito na camada de negócios. Contendo as seguintes etapas:

- ◁ **Página Inicial (Dashboard):** página de resumo que dá visibilidade mais rápida de informações importantes, como próximas movimentações, movimentações atrasadas, peças e status geral das tarefas;
- ◁ **Controle de peças:** representada na Figura 31, lista as tags cadastradas no sistema, bem como suas informações, como código da tag, tipo, partes na qual a peça pertence etc;
- ◁ **Próximas movimentações:** representada na Figura 32, lista as movimentações ainda não concluídas, próximas e em atraso, também com todas as suas informações, como quantidade de elementos, última movimentação, data e hora de leitura etc;
- ◁ **Registro de etiquetas:** representada na Figura 33, permite o cadastro de novas tags, a partir de códigos ou dados passados pelo time de planejamento.

Figura 30 – Página inicial do Software de Controle do Sistema RFID



Fonte: Autoria própria com uso do software Figma

Figura 31 – Página de tags do Software de Controle do Sistema RFID

The tags management page displays a list of tags with the following columns: Tag, Bloco, Tipo, Prox. Mov., Subsetor Atual, Subsetor Final, Peças, and Última Mov. The tag IE520PAC013102 is highlighted with a red border.

Tag	Bloco	Tipo	Prox. Mov.	Subsetor Atual	Subsetor Final	Peças	Última Mov.
<input type="checkbox"/> IE520PAC013101	E520P	Peça	14 Mar, 13h	6D07	GA08	Única	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013102	E520P	Peça	14 Mar, 13h	6D07	GA08	Única	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013103	E520P	Tubulação	14 Mar, 13h	9E07 (6D07)	GA08	mais 45 -	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013104	E520P	Perfil	14 Mar, 13h	6D07	GA08	mais 45 -	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013105	E520P	Bloco	14 Mar, 13h45	6D07	GA08	mais 45 -	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013106	E520P	Bloco	14 Mar, 13h45	6D07	GA08	mais 45 -	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013107	E520P	Bloco	14 Mar, 13h45	6D07	GA08	mais 45 -	01 Mar, 13h35
<input type="checkbox"/> IE520PAC013108	E520P	Mega-bloco	-	Dique Seco	-	mais 98 -	10 Fev, 14h28
<input type="checkbox"/> IE520PAC013109	E520P	Mega-bloco	-	Dique Seco	-	mais 98 -	10 Fev, 14h28
<input type="checkbox"/> IE520PAC013110	E520P	Mega-bloco	-	Dique Seco	-	mais 98 -	10 Fev, 14h28

Fonte: Autoria própria com uso do software Figma

Figura 32 – Página de movimentações do Software de Controle do Sistema RFID

Id Mov.	Data e Hora	Elementos	Subsetor Origem	Subsetor Destino	Equipamento	Dependente
#17393	14 Mar, 13h45	mais 45 -	6D07	GA08	Ponte Rol. G1	#17456
#17394	15 Mar, 13h45	mais 45 -	6D07	GA08	Ponte Rol. G1	#17456
#17395	16 Mar, 13h45	mais 45 -	5E07 (6D07)	GA08	Ponte Rol. G1	#17458
#17396	16 Mar, 13h49	mais 45 -	6D07	GA08	Macaco Hid. 2	#17459
#17397	16 Mar, 14h45	mais 45 -	6D07	GA08	Macaco Hid. 3	#17460
#17398	16 Mar, 15h00	mais 45 -	6D07	GA08	Pórtico Aux. D3	#17461
#17399	16 Mar, 13h45	mais 45 -	6D07	GA08	Pórtico Aux. D3	#17462
#17400	14 Mar, 13h50	mais 98 -	Diique Seco	-	Pórtico Aux. D1	#17463
#17401	14 Mar, 14h20	mais 98 -	Diique Seco	-	Goliath 1A	#17464
#17402	14 Mar, 14h30	mais 98 -	Diique Seco	-	Goliath 1A	#17464

Fonte: Autoria própria com uso do software Figma

Figura 33 – Página de registro de tags do Software de Controle do Sistema RFID

Nova etiqueta

Detalhes da Etiqueta

Código: IE520PAC0I3I0I

Tipo de elemento: Peça

Detalhes da Peça

Nome da Peça: Jane

Tipo de peça: Spool

Setar de adesivoação: 3E

Bloco final: E520P

Quantidade de fases: 22

Adicionar imagem da peça

Cancelar Salvar

Fonte: Autoria própria com uso do software Figma

Com a alocação dos leitores, layout do sistema de registro de peças e controle de movimentações realizados, resta analisar mais profundamente a viabilidade financeira, o Retorno de Investimento – ROI. Para começar sua análise, deve-se diferenciar os custos de aquisição, que variam com a durabilidade dos materiais, dos custos fixos mensais. Então, para esse cálculo foi necessário converter os valores para um período analisado de 5 anos – tempo de vida útil médio dos equipamentos dado pelo fornecedor.

Com os dados informados ao longo do relatório, sabe-se que o maior custo do sistema é o de aquisição das etiquetas, sendo necessárias 405.000 do tipo L-TG800 e 6.049 do tipo CL7203 para o trabalho adequado ao estaleiro, um custo total de \$ 727.980 dólares. Para o caso dos leitores e antenas foram necessárias 198 unidades do tipo L-RX201 e L-AN100, um custo total de \$ 237.600 dólares. Quanto à licença do software e colaboradores necessários, o custo total em 5 anos ficou de R\$ 912.000 reais ou, aproximadamente, \$ 165.000 dólares, totalizando um valor de \$ 1.166.580 dólares na implementação completa do sistema RFID no período analisado.

Apesar de chegar ao valor aproximado da implementação no EAS, medir o retorno financeiro requer uma complexidade maior, tanto de informações confidenciais sobre receitas internas, quanto de análises mais profundas de custo x período. Em outros termos, o estaleiro tem uma grande dependência de políticas públicas para gerar demanda. Antes de 2014, a construção naval brasileira vivia um período expoente de consumo, tal como o Atlântico Sul, que possuía contratos bilionários com a Petrobras, que se estendiam por mais de 7 anos de serviços. Nesse momento, com a demanda contínua, o tempo é fundamental na obtenção de receita, logo, mais propício para a implementação do sistema RFID.

Usando o contexto de 2012, segundo a *Época Negócios* (2015), em que a Sete Brasil firma contrato de R\$ 6 bilhões de dólares com o Atlântico Sul para a construção de 5 navios sonda no prazo de 5 anos, o custo de implementação do sistema RFID representaria 0,02% do volume total. Como dito, a receita do estaleiro é dada por tonelada produzida e objetivo do sistema RFID de acelerar o processo produtivo, transformando os números em termos diários, acha-se a razão economia x dia acelerado de 2,8 do investimento inicial. No entanto, atualmente, o estaleiro não utiliza todo seu potencial, nem tem necessidade para tal, devido aos serviços realizados, ficando assim, oneroso sua implementação nessa situação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, ao consultar as literaturas, foram encontrados alguns exemplos do uso de RFID no cenário de construção naval. No entanto, existe uma escassez de trabalhos práticos descrevendo sua utilização em atividades de fabricação na indústria naval. Ainda mais, a utilização desse sistema em estaleiros brasileiros. Portanto, a aplicação dessa solução possibilita um rastreamento mais preciso e dinâmico, otimizando o processo de construção, em decorrência da diminuição da perda de peças e menor índice de retrabalho.

Esse tipo de pesquisa dá insumo e segurança para incentivar o mercado a investir em novas tecnologias e se tornar mais competitivo no cenários internacional. Indústrias de grande porte, como o caso do EAS, tem gestores mais experientes e processos muito enrijecidos, o que dificulta a implementação de novos sistemas e tecnologias. Então, mostrar de forma detalhada cada etapa do processo, explicar cada opção escolhida e protótipos de utilizações das integrações podem dar mais visibilidade e incentivar essas mudanças.

Ao longo do relatório foram mostradas as razões para a implementação do sistema RFID associado ao ERP, bem como todas as análises para chegar numa solução individual para o EAS. Desde o seu processo de construção em períodos de produção contínua, ao plano de alocação dos equipamentos do sistema e suas integrações com os softwares necessários para essa gestão.

Por fim, foi elaborado um entendimento de viabilidade econômica, sendo possível notar uma resposta de curto prazo pela diminuição da perda de peças, com isso, diminuição de processos de retrabalho. Mas no longo prazo, também podem ser vistas como retorno financeiro em condições de produção contínua numa razão de economia por cada dia acelerado.

REFERÊNCIAS

- ARAWATI, Agus. **The Importance of Supply Chain Management on Financial Optimization**, 2013.
- ATTARAN, M. **RFID: an enabler of supply chain operations**, *Supply Chain Management*. An International Journal. n 12, p.249 - 257, 2007.
- BAHRI, S.; IBRAHIM, A. **RFID in libraries: a case study on implementation**. *Library Hi Tech News*, n 30, p.21 - 26, 2013.
- BECKER, J.; VILKOV, L.; WEI, B.; WINKELMANN, A. **A model-based approach for calculating the process driven business value of RFID investments**. *Int. J. Production Economics*, v.127 p.358–371, 2009.
- BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. **Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID**. *Business Process Management Journal*. n. 16, p.991 - 1013, 2010.
- CARR, A. S.; ZHANG, M.; KLOPPING, I.; MIN, H. **RFID Technology: Implications for Healthcare Organizations**. *American Journal of Business*, n.25, p.25 - 40, 2010.
- CHEOL-SOO L.; EUN-YOUNG H.; JOO-HYUN S.; FRANK C.; DONG-WON K. **Ship part nesting by pattern recognition and group arrangement**. *Science Direct Journal*, v.29, Issue 3, June 2013, Pages 56-63.
- COSTA, Thiago Manuel F. **Smartlog: Uma arquitetura para rastreamento de blocos em estaleiros navais**, 2017.
- CUI, L., DENG, J., LIU, F., ZHANG, Y., XU M. **Investigation of RFID investment in a single retailer two-supplier supply chain with random demand to decrease inventory inaccuracy**. *Journal of Cleaner Production*, 2017.
- DE NIGRI, J ; KUBOTA, L; TURCHI, L. **Inovação e a indústria naval no Brasil**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2009.
- DEVRIES, P. D. **The state of RFID for effective baggage tracking in the airline**

industry. International Journal of Mobile Communications, V.6, n.2, p.151-64, 2008.

DIAS, M. V. B. **Um novo enfoque para o gerenciamento de projetos de desenvolvimento de software**, 2005.

DOMINGUEZ-PÉRY, C.; AGERON, B.; NEUBERT, G. **A service science framework to enhance value creation in service innovation projects. An RFID case study.** Int. J. Production Economics, v.141, p.440-551, 2013.

DORES, Priscila B.; LAGE, Elisa S.; PROCESSI, Lucas D. **A retomada da indústria naval brasileira**, 2012.

DUARTE FILHO, Nelson L.; BOTELHO, Silvia S. da Costa; SANTOS, Edevaldo B. **Rastreamento na Construção Naval e Offshore: Insumos Inteligentes através de RFIDs.** Computing and Automation for Offshore Shipbuilding – NAVCOMP, Symposium on IEEE (Veranst.), S. 1–4, 2014.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **Estaleiro Atlântico rompe contrato de US\$ 6 bilhões.** Disponível em <https://epocanegocios.globo.com/Informacao/Resultados/noticia/2015/02/estaleiro-atlantico-rompe-contrato-de-us-6-bilhoes.html>. Acesso em 20 de Fevereiro de 2022.

EYRES, David J.; BRUCE, George J.: **Ship construction.** Butterworth-Heinemann, 2012.

FARO, André; PETUCO Gelson. **TMS, WMS, OMS, LMS.** Blog Definições Logísticas. Rio Grande do Sul, 2010.

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

GARFINKEL, S. A.; JUELS, A. **RFID privacy: an overview of problems and proposed solutions.** IEEE Security & Privacy Magazine, v.3, n.3 p.9, 2005.

GASNIER, Daniel; BANZATO, Eduardo. **Distribuição Inteligente.** IMAM Consultoria LTDA, São Paulo, 2001.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D.; RODRIGUES, S. **Métodos de pesquisa**, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social. Como elaborar projetos de pesquisa –**

Atlas, 4. ed. São Paulo: 2007.

GÜNTHER, O.; SPIEKERMANN, S. **RFID and the perception of control: the consumer's view**. Communications of the ACM Magazine. n48, p.73-76, 2005.

HARDGRAVE, B.; WALLER, M.; MILLER, R. **RFID's Impact on Out of Stocks: A Sales Velocity Analysis**. White Paper, Information Technology Research Institute, Sam M. Walton College of Business, 2006.

JASELSKIS, E. J. E El-Misalami T.. **Implementing radio frequency identification in the constructuion process**. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, n129, p.680-688, 2003.

JUELS, A. **RFID Security and Privacy: A Research Survey**. IEEE journal on selected areas in communications, v.24, n. 2, 2006.

KARAGIANNKA, A.; PAPAKIRIAKOPOULOS, D.; BARDAKI, C. **Warehouse contextual factors affecting the impact of RFID**. Industrial Management & Data Systems, n.111, p.714 - 734, 2011.

KELLY, E. P.; ERICKSON G. S. **RFID tags: commercial applications v. privacy rights**. Industrial Management & Data Systems. n.105, p.703 - 713, 2005.

KHAN, R.; KHAN, S.; ZAHEER, R.; KHAN, S. **Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges**. Frontiers of Information Technology (FIT), 2012 10th International Conference on IEEE (Veranst.), S. 257–260, 2012

LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, H., FELD, T.; HOFFMAN, M. **Industry 4.0**. Inf Syst Eng 6 (4): 239–242, 2014

LAURINDO, F. J. B. **A importância da Tecnologia da Informação na indústria de construção naval: um estudo de caso**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

LIM. M. K.; LEUNG, S. C. H. **RFID in the warehouse: A literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends**. Int. J. Production Economics. N.145, p.409–430, 2013.

- LISANTI, Y. **Managing and delivering Information technology value**, 2011.
- MALTA, C. R. C. **RFID: Aplicações e novas tecnologias. Estudo de caso: HP**, 2009.
- MATTA, V.; MOBERG, C. **The development of research agenda for RFID adoption and effectiveness in supply chains**. Issues in Information Systems, v.7,n.2, p.246-251, 2006.
- MEHRJERDI, Y. Z. **A framework for Six-Sigma driven RFID-enabled supply chain systems**. International Journal of Quality & Reliability Management, n.30, p.142 - 160, 2013.
- MEHRJERDI, Y. Z. **RFID and its benefits: a multiple case analysis**. Assembly Automation. n.31, p.251 - 262, 2011.
- MICHAEL, K.; McCATHIE, L. **The pros and cons of RFID in supply chain management**. Proceedings of the International Conference on Mobile Business, p.623-629, 2005.
- MIN, Keh-Sik: **Automation and control systems technology in korean shipbuilding industry: the state of the art and the future perspectives**. Proceedings of the 17th World Congress, S. 7185–7190, 2008.
- MOON, K. L.; NGAI, E. W. T. **The adoption of RFID in fashion retailing: a business value- added framework**. Industrial Management & Data Systems, n.108, p.596 - 612, 2008.
- MORETTI, Eduardo A. **Estudo das dificuldades observadas na implementação do sistema RFID**. Tese de mestrado, Unicamp, 2017.
- MOTA, Rafael P. B. **RFID - Radio Frequency identification**. São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da USP. Monografia desenvolvida para a disciplina de Computação Móvel do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, 2012.
- OKUBOCO, M.; SUZUKI, K.; KINOSHITA, S. **RFID Privacy Issues and Technical Challenges**. Communication of the ACM, v.48, n.9, 2015.
- OSYK, B. A.; VIJAYARAMAN, B. S.; SRINIVASAN, M.; DEY, A. **RFID adoption and implementation in warehousing**. Management Research Review. N.35, p.904 - 926, 2012.

- 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.
- PASIN, Jorge Antonio B.: **Indústria Naval do Brasil: panorama, desafios e perspectivas**. In: Revista do BNDES, Rio de Janeiro, Nr. 18, 2002.
- PEDROSO, M.; ZWICKER, R.; SOUZA, A. **RFID adoption: framework and survey in large Brazilian companies**. Industrial Management & Data Systems, n.109, p.877 -897, 2009.
- PEREIRA, Newton N.; LAURINDO Fernando J. **A importância da Tecnologia da Informação na indústria de construção naval**. Prod. vol.17 no.2 São Paulo May/Aug. 2007
- PREDIGER, Daniel; FREITAS, Edison; SILVEIRA Sidnei. **Modelo de Aplicabilidade de Sistema RFID para Rastreabilidade na Indústria Alimentícia**, 2016.
- QUEIROZ, Jeisiane. **Como funciona o RFID**. Disponível em: <http://www.afixgraf.com.br/como-funciona-rfid/>. Acesso em 12 de Janeiro de 2022.
- RIEBACK, M. R.; CRISPO, B.; TANENBAUM, A. S. **The Evolution of RFID security**. Pervasive Computing, pp. 62-66, 2006.
- SAMARANAYAKE, P.; WESUMPERUMA, A.; GINGE, A. **Integrated Data Structures and Business Objects in ERP: Tool Development and Evaluation in SAP ERP System**, 2010.
- SINAVAL. **Histórico Resumido da indústria de construção naval no Brasil**. Rio de Janeiro.
- SOUZA, C. M. D. **Técnicas avançadas em planejamento e controle da construção naval**. Tese Doutorado em Engenharia Naval, UFRJ, 2009.
- STAJANO, F. **RFID Is X-Ray Vision**. Communications of the ACM, v.48, n.9, p.31-33, 2014.
- STORM-MATHISEN, A. **RFID in toll/ticketing – a user-centric approach**. Info. n.16, p. 60 - 73, 2014.

- TRIWILASWANDIO, W. P.; ARIF, M. S. **Computer-Based Applications for Quality Management Process in Shipbuilding**. IPTEK Journal of Proceedings Series, Nr. 2, S. 99–107, 2017.
- VIEHLAND, D.; WONG A. **The Future of Radio Frequency Identification**. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research v.2, n.2, p.74 – 81, 2007.
- VIJAYARAMAN, B. S.; OSYK, B. A. **An empirical study of RFID implementation in the warehousing industry**. The International Journal of Logistics Management v.17, n.1 p.6 – 20, 2006.
- VOSSIEK, Martin; MIESEN, Robert; WITTEWER, Joachim: **RF identification and localization-recent steps towards the internet of things in metal production and processing**. Microwave Radar and Wireless Communications (MIKON), 2010 18th International Conference on IEEE (Veranst.), S. 1–8, 2010.
- WEI, J.; LOWRY, P. B., SEEDORF, S. **The assimilation of RFID technology by Chinese companies: A technology diffusion perspective**. Information & Management, v.52, p.628–642, 2015.
- WIJNGAERT, L.; VERSENDAAL, J.; MATLA, R. **Business IT Alignment and technology adoption; The case of RFID in the logistics domain**. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research. n.3, p.71-80, 2008.
- WU, Y. A.; PRYBUTOK, V. R.; KOH, C. E.; HANUS, B. **A nomological model of RFID privacy concern**. Business Process Management Journal. n18, p.420 - 444, 2006.
- YU, S. **RFID implementation and benefits in libraries**. The Electronic Library, n.25, p.54 - 64, 2007.