

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS SANTIAGO DE CAMPOS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ETIQUETAS  
RFID NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

CAMPO MOURÃO

2021

MATHEUS SANTIAGO DE CAMPOS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ETIQUETAS  
RFID NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Guelbert

CAMPO MOURÃO

2021



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

### ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ETIQUETAS RFID NA CONSTRUÇÃO CIVIL

por  
**Matheus Santiago de Campos**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h:00min do dia 05 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me. Valdomiro Lubachevski  
Kurta**  
(UTFPR)

**Prof. Adalberto Luiz Rodrigues de  
Oliveira**  
( UTFPR )

**Prof. Dr. Marcelo Guelbert**  
(UTFPR)  
*Orientador*

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Dra. Paula Souza**

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

**“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”**

Simone de Beauvoir (1958, p. 243).

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos os que me apoiaram nesse longo caminho que foi a minha graduação com todos os altos e baixos do percurso.

Agradeço aos meus pais, Carlos e Helena por terem me dado todas as condições para conseguir chegar onde estou e terem me criado para ser a pessoa que sou hoje.

Agradeço também meu irmão, Rafael, que sempre foi um símbolo de admiração e carinho o qual sempre está de braços abertos não importa a situação.

Agradeço à todas as amigas que fiz na universidade que me apoiaram e me ajudaram em todos os momentos.

Agradeço aos meus professores que me ajudaram na elaboração dessa tese, Luciene, Genilson que dedicaram seu tempo e conhecimento me auxiliando e me guiando.

Agradeço também ao meu orientador Dr. Marcelo Guelbert por ter me guiado nessa etapa e me mostrando o caminho certo em um tempo em que eu estava perdido.

Por fim agradeço à UTFPR e todo os seus colaboradores, que se dedicam a manter a instituição uma fonte saudável de conhecimento e amadurecimento que me possibilitou realizar minha graduação.

## RESUMO

Em vista de um mercado com alta volatilidade há empresas que buscam sempre maneiras de reduzirem seus custos e aumentarem suas eficiências por inovações tecnológicas para se manterem competitivas. A partir dessa necessidade esse trabalho tem como objetivo uma análise da viabilidade de implementação de etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*) na construção civil.

Para que esse objetivo seja atingido esse estudo é composto em 3 partes, sendo a primeira uma análise do funcionamento da tecnologia e seus componentes, a segunda parte é uma análise de modelos de aplicações e benefícios do sistema e por fim com essas análises desenvolver um estudo de caso onde é comparado os custos de materiais para implementação do sistema RFID com os custos de materiais extraviados que poderiam ter sido rastreado e por sua vez devolvidos, com esses dados é possível ter viabilidade econômica no cenário de menor custo de mercado do sistema, porém, muito dependente da cotação da moeda em que o sistema é comercializado. Por fim é apresentado as vantagens e desvantagens do uso do sistema e seu limite de viabilidade.

**Paravas-chave:** RFID, viabilidade, construção civil.

## **ABSTRACT**

In view of a highly volatile market, there are companies that are always looking for ways to reduce their costs and increase their efficiencies through technological innovations to remain competitive. Based on this need, this work aims to analyze the viability of implementing RFID (Radio Frequency Identification) tags in civil construction.

In order to achieve this objective, this study is composed of 3 parts, the first being an analysis of the functioning of the technology and its components, the second part is an analysis of application models and benefits of the system and lastly, with these analyzes to develop a study of a case where the costs of materials for implementing the RFID system are compared with the costs of lost materials that could have been tracked down and then returned, with this data it is possible to have economic viability in the scenario of the lowest market cost of the system, however, it is highly dependent on the currency quotation in which the system is traded. Lastly, the advantages and disadvantages of using the system and its viability limit are presented.

**Keyword:** RFID, viability, civil construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de empresas ativas entre os anos 2007 e 2018 .....	15
Figura 2 - Pessoas ocupadas ao longo dos anos no setor da Construção Civil .....	16
Figura 3 - Valores de incorporações das empresas .....	17
Figura 4 - unidades entregues pela minha casa minha vida.....	19
Figura 5 - residências entregues pelo programa Minha Casa Minha Vida ...	20
Figura 6 - Exemplo de etiqueta RFID .....	27
Figura 7 - Exemplo de antena para etiquetas passivas.....	28
Figura 8 - Exemplo de antena para etiquetas ativas.....	28
Figura 9 - Exemplo de leitor em portas, como bibliotecas .....	29
Figura 10 - Representação do sistema RFID em bibliotecas.....	30
Figura 11- Indicadores de conformidade de alguns segmentos de fabricantes de materiais de construção civil em 2004.....	33
Figura 12 - Variação do Dólar.....	46
Figura 13 - Material ressarcido Escoramento .....	57
Figura 14 - Material ressarcido andaime .....	57
Figura 15 - Material ressarcido proteção coletiva .....	58
Figura 16 - Material ressarcido andaime .....	58
Figura 17 - Material ressarcido equipamento .....	59
Figura 18 - Material ressarcido andaime .....	59



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Relação de Produto, Preço e Empresa Fornecedora (Valores expressos em dólar) .....	40
QUADRO 2 - Índice de Proteção Eletrotécnica da International Electrotechnical Commission .....	41
QUADRO 3 - custos de ressarcimento total .....	43
QUADRO 4 Custo de peças até R\$ 80,00.....	43
QUADRO 5 custo médio ressarcido por peça à cima de R\$ 80,00 .....	44
QUADRO 6 Estimativa do custo material .....	44
QUADRO 7 Custo de ressarcimento com dólar à R\$ 7,40 .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variação de valores entre os anos 2010 e 2014 .....	17
Tabela 2 - Variação de valores entre os anos 2015 e 2018 .....	18
Tabela 3 - Indicadores de perdas de materiais.....	22
Tabela 4 - Relação de custos de perdas de EPC's, escoramentos e equipamentos .....	37
Tabela 5 - Valor total de peças locadas.....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1. A Tecnologia</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2. Tecnologia RFID na Indústria da Construção</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3. O Sistema</b> .....	<b>25</b>
4.3.1. ETIQUETAS .....	25
4.3.2. A ANTENA .....	27
4.3.3. O LEITOR .....	28
4.3.4. O COMPUTADOR .....	29
<b>4.4. Aplicações</b> .....	<b>29</b>
4.4.1. VIGILÂNCIA ELETRÔNICA DE PRODUTOS .....	29
4.4.2. AUTENTICAÇÃO DE DOCUMENTOS .....	30
4.4.3. CONTROLE DE ACESSO .....	31
4.4.4. ACOMPANHAMENTO ELETRÔNICO DA PROCEDÊNCIA DE MEDICAMENTOS .....	31
4.4.5. RASTREAMENTO E ACOMPANHAMENTO .....	31
4.4.5.1. Monitoramento de pessoas .....	32
4.4.6. CRONOMETRAGEM .....	32
4.4.7. GESTÃO DE MATERIAL .....	32
<b>4.5. Construção Civil</b> .....	<b>34</b>
4.5.1. Sistemas de Proteção Coletiva em Construção .....	34
4.5.2. SISTEMA DE ESCORAMENTO .....	35
4.5.3. ORGANIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO NOS CANTEIROS DE OBRAS .....	35

<b>5</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Gutierrez (2005), as etiquetas com identificação digital por rádio frequência (*Radio Frequency Identification* – RFID) têm sua tecnologia oriunda da Segunda Guerra Mundial, quando se tornou necessária a identificação dos aviões aliados e inimigos. Porém, na época, era utilizado um sistema de radares convencionais para a detecção dos aviões; mais tarde, na década dos anos de 1980, segundo J. Landt (2005) foi quando começou a mesclar a tecnologia digital com uma técnica de rastreamento nas rodovias dos Estados Unidos, controles de acessos de pessoas e animais.

Outro acontecimento que impulsionou o uso das etiquetas foi uma série de medidas adotadas pela empresa varejista Walmart, sendo a primeira delas em junho de 2003, quando exigiu que seus 100 principais fornecedores comesçassem a utilizar etiquetas RFID em seus produtos. A partir desta exigência foram feitos vários avanços nos pedidos de etiquetas por parte da rede de hipermercados. Segundo Bhuptani, Manish (2005) em 2004 a meta da rede era o uso desta tecnologia pelos seus fornecedores em 65% dos paletes e caixas etiquetados enviados aos hipermercados, e com uma meta de 100% para 2006.

Em base da reportagem elaborada por Garry (2005), o Walmart havia conseguido implementar o sistema RFID em 57 fornecedores dos 65 da meta de 2004.

De acordo com Moore (2019) a universidade de Arkansas realizou uma pesquisa sobre uso de etiquetas RFID pela Walmart, revelando que em lojas nas quais as etiquetas foram utilizadas reduziu-se o número de produtos sem estoque em 16% quando comparado a lojas sem o uso das mesmas.

Ribeiro (2008) alega que há relatos do uso destas etiquetas no rastreamento de animais para melhor controle e localização, complementando uma série de exigências de rastreamento impostas pela união europeia a partir de junho de 2002 em todas as carnes importadas pelo bloco europeu (UE, 2002).

Em função das opções de uso dessa tecnologia, este trabalho tem como finalidade analisar a viabilidade de aplicação destas etiquetas no ramo da Construção Civil, especificamente em um estudo de caso, identificando o quanto a empresa estudada poderia ter economizado ao utilizar essa ferramenta em seu canteiro, uma vez que esta tecnologia poderia ser usada para manter canteiros com estoques

enxutos e maior segurança, evitando extravios e garantindo um tempo de reposição mais preciso.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Analisar a viabilidade de aplicação das etiquetas RFID em um canteiro de obras da Construção Civil.

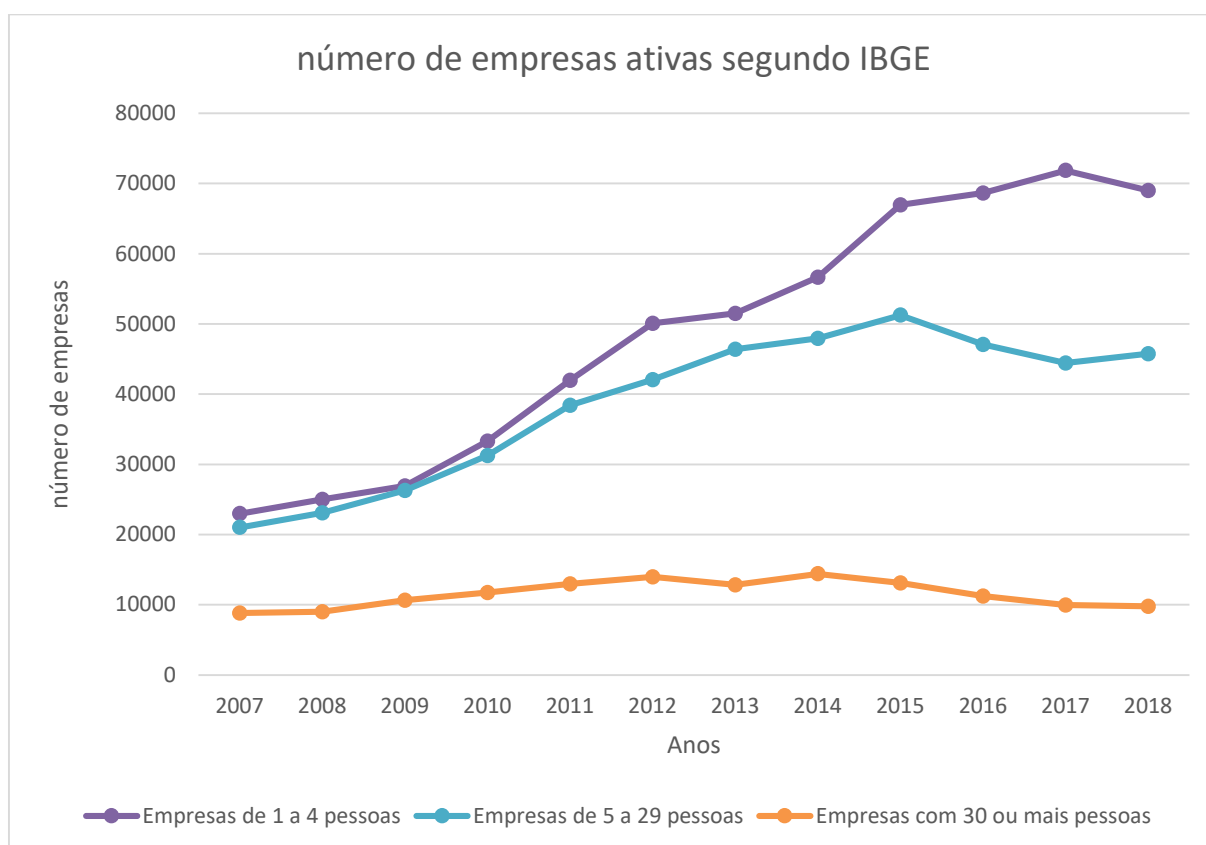
### **2.2. Objetivos específicos**

- Analisar o funcionamento da etiqueta RFID;
- Analisar aplicações da etiqueta RFID;
- Desenvolver um estudo de caso em uma obra;

### 3. JUSTIFICATIVA

No Brasil, segundo dados do IBGE (2018), (figura 1), ocorreu um aumento de 225,12% do número de empresas atuando no setor de Construção Civil entre os anos 2007 e 2014, o que demonstra aumento na concorrência entre empresas, porém, a partir de 2014 começou-se a apresentar sinais de diminuição no número de empresas, inicialmente pelas empresas de 30 ou mais funcionários, em 2015, é possível verificar a tendência atingindo as empresas de médio porte, entre 5 e 29 funcionários e por fim em 2017 é possível verificar a diminuição em empresas de pequeno porte, 1 a 4 funcionários.

**Figura 1 - Número de empresas ativas entre os anos 2007 e 2018**



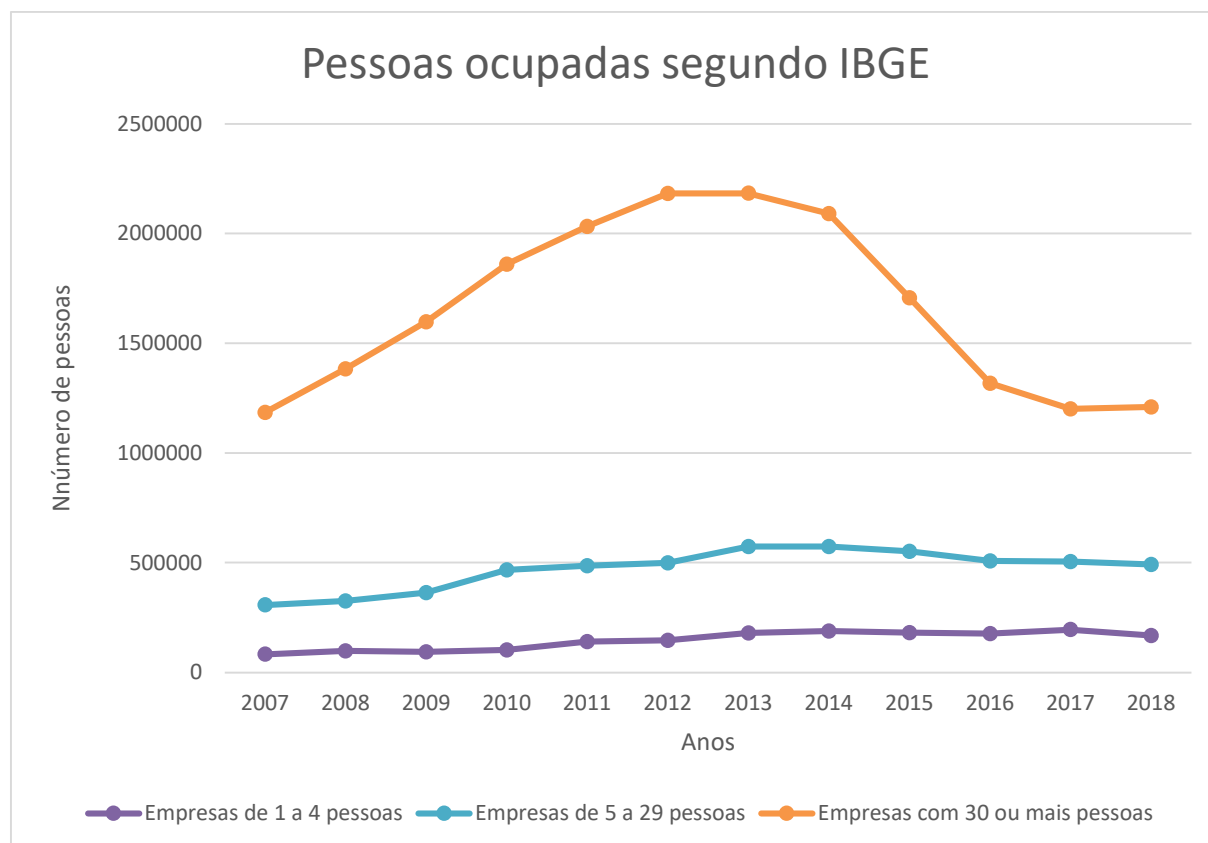
**Fonte: Dados coletados de pesquisa do IBGE -PAIC (2007 A 2018)**

Ao compararmos os anos de 2015 com 2018, os dados divulgados pelo IBGE e apresentados na figura 2, nota-se uma diminuição no número de pessoas ocupadas no ramo da Construção Civil em -7,38% nas empresas de 1 a 4 funcionários, -10,79% de pessoas em empresas de 5 a 29 funcionários e por fim -29,14% de pessoas em empresas de 30 ou mais funcionários no intervalo do estudo. Em paralelo, nesse



mesmo período ocorreu uma variação significativa no número de empresas; somente empresas de pequeno porte entre 1 a 4 funcionários apresentaram crescimento de 3,07% em quanto as de médio porte apresentaram queda de -10,70% e as de grande porte, com mais de 30 funcionários apresentaram queda de -25,64%.

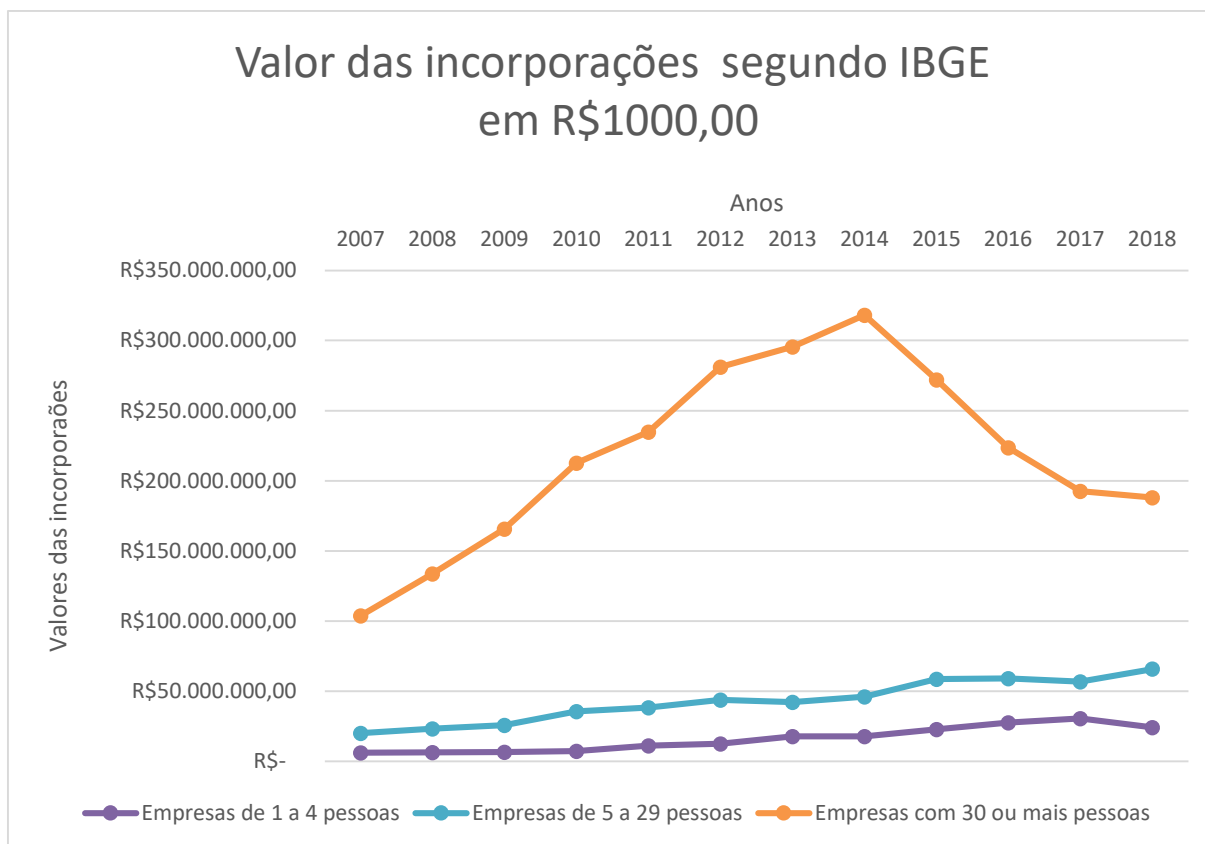
**Figura 2 - Pessoas ocupadas ao longo dos anos no setor da Construção Civil**



**Fonte: Dados coletados de pesquisa do IBGE – PAIC (2007 a 2018)**

Com base nos dados obtidos das pesquisas anuais do IBGE – PAIC conforme figura 3, 73,27% de um total de 2.852.824 trabalhadores do segmento estudado em 2014, são provenientes das empresas com 30 ou mais funcionários, com isso, a taxa de ocupação é diretamente influenciada pelo sucesso de empresas de grande porte e seu valor de incorporações executadas.

**Figura 3 - Valores de incorporações das empresas**



Fonte: Dados coletados de pesquisa do IBGE – PAIC (2007 a 2018)

Com isso, correlacionando os dados entre os anos de 2012 e 2014 das figuras 1, 2 e 3, pode-se elaborar a tabela 1, que demonstra a variação dos itens analisados.

**Tabela 1 - Variação de valores entre os anos 2010 e 2014**

Classe da empresa	Número de empresas ativas	Pessoas ocupadas	Valor de incorporação
De 1 a 4 funcionários	+13,20%	+29,28%	+41,71%
De 5 a 29 funcionários	+13,99%	+15,07%	+5,64%
Com mais de 30 funcionários	+3,08%	-4,20%	+13,22%

Fonte: Autoria própria (2021)

Na correlação entre os anos de 2012 e 2014, é possível constatar uma diminuição no número de pessoas ocupadas nas empresas de 30 ou mais funcionários mesmo ocorrendo um aumento no número bruto de empresas, porém, nesse mesmo período, ainda ocorre um aumento no valor de incorporação desse mesmo seguimento, que é um valor monetário que representa o valor de obra acabada, demonstrando um controle melhor de investimentos, uma das possíveis causas para esse acontecimento nessa faixa pode ser devido a utilização de meios inovadores de gestão e controle de materiais, para aumentar os lucros sem realizar aumento do número de obras e conseqüentemente dos gastos, resultado que pode ser interpretado ao analisar o crescimento de valores no gráfico 3.

Porém, ao continuar analisando o gráfico nos próximos anos, entre 2015 e 2018, as empresas de grande porte são fortemente atingidas por uma contração no segmento, conforme tabela 2.

**Tabela 2 - Variação de valores entre os anos 2015 e 2018**

<b>Classe da empresa</b>	<b>Número de empresas ativas</b>	<b>Pessoas ocupadas</b>	<b>Valor de incorporação</b>
<b>De 1 a 4 funcionários</b>	3,07%	-7,38%	+6,06%
<b>De 5 a 29 funcionários</b>	-10,70%	-10,79%	+12,24%
<b>Com mais de 30 funcionários</b>	-25,64%	-29,14%	-30,85%

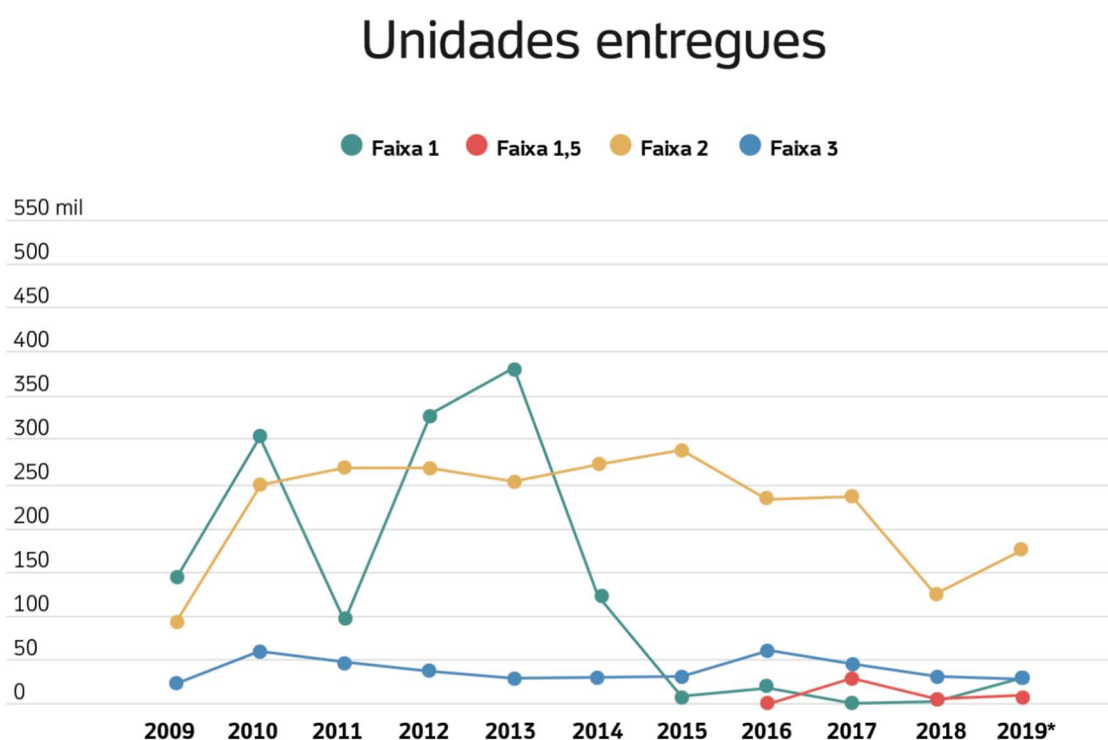
Fonte: Elaboração própria (2021)

Com base nestes dados extraídos das pesquisas do IBGE da indústria da construção, é possível notar que o segmento das empresas com mais de 30 funcionários foi atingido com percentuais negativos de forma preocupante, justificando, dentre outras ações não nomeadas aqui, a necessidade para as mesmas se modernizarem para continuarem ativas e competitivas, o que justifica em parte o presente estudo.

O momento em que o Brasil passava em 2009 com o lançamento do programa minha casa minha vida, pelo governo federal, com intuito do desenvolvimento do setor da construção civil e também combater o déficit de habitações no país, como ferramenta de combater à crise. Arantes e Fix (2009 apud Dalberto, 2015)

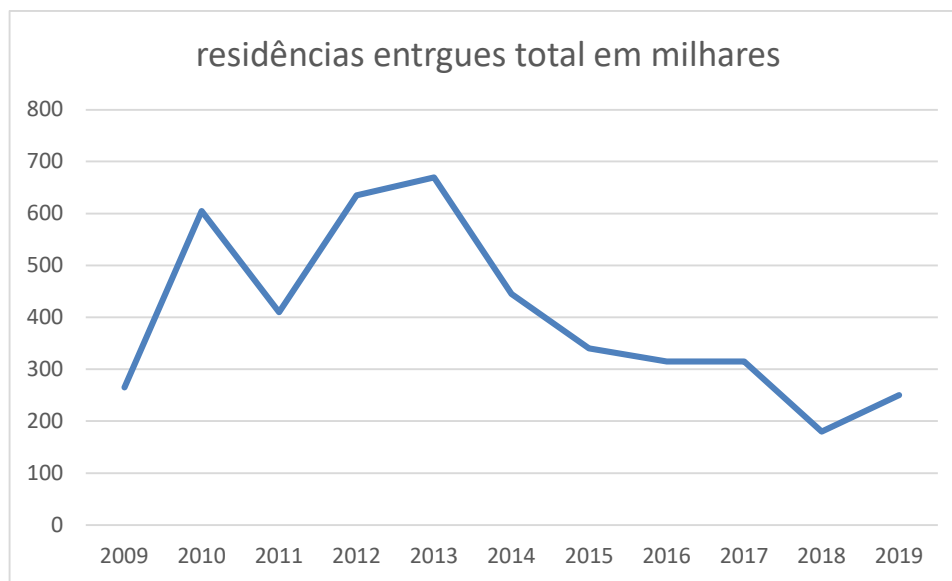
Com base na reportagem de Leda Antunes, no site uol, publicado em 24 de novembro de 2019, foi levantado os números de habitações entregues no período de 2009 à 2019, até o momento da reportagem, conforme figura 4, pelo programa minha casa minha vida.

**Figura 4 - unidades entregues pela minha casa minha vida**



**Fonte: reportagem UOL 2019**

Em base desses dados, é possível tirar um total de residências entregues por ano, ao somar as 4 categorias contempladas pela reportagem formando assim a figura 5.

**Figura 5 - Residências entregues pelo programa Minha Casa Minha Vida**

Fonte: Adaptado reportagem UOL (2021)

Em base desses resultados obtidos pelas pesquisas do IBGE e da reportagem é possível hipotetizar um interesse das construtoras em atender essa demanda entre os anos de 2009 e 2014, aproveitando os financiamentos facilitados e os estímulos realizados pelos governos decorrentes do programa minha casa minha vida. Segundo Júnior (2019) construtoras buscam novos métodos de construção, como é o caso do modelo *lean construction* para aumentar sua competitividade utilizando do programa minha casa minha vida. Neste modelo evita-se desperdiçar qualquer material que, por ordem construtiva, poderia ter sido aproveitado; com estas pequenas economias, multiplicadas pelas largas produções, se gera um valor de economia.

No painel apresentado por Luiz Henrique Ceotto, diretor de projetos e construção da Tishman Speyer, na conferência internacional Ethos em 2008, a construção civil gera em torno de 35% a 40% de todo o resíduo da atividade humana,

Também de acordo com Rodrigues (2001) era dito que a construção gerava desperdícios na grandeza que a cada 3 obras, uma era perdida pelo desperdício.

Ao somar os pensamentos de Ceotto, Rodrigues e também de Sarcinelli (2008) sobre a aplicação do *lean construction* com o objetivo de reduzir os desperdícios, tempo de produção e aumento de produção, podemos associar os benefícios dessa ferramenta com os benefícios do uso das etiquetas RFID, objeto de estudo deste trabalho.

Com este aumento de habitações produzidas pelo programa conforme dados da reportagem UOL (2019), se intensificou o sistema de construção seriada, no qual a construtora desenvolve em um grande lote várias unidades habitacionais idênticas entre si. Com este novo modelo de construção conforme dados de uma construtora de campo mourão, entregando 1512 casas pelo programa, se tornou necessário manter altas quantias de materiais em estoque, equipamentos e mão de obra; como consequência disso, se tornou necessário um grau maior de gestão de materiais nestes canteiros, uma vez que o desperdício de dois sacos de cimento por residência, por exemplo, pode ser facilmente transformado em 3024 sacos se for pego como exemplo os conjuntos habitacionais feito pela caixa em parceria com uma construtora em Campo Mourão de 1512 casas.

Tendo estes parâmetros em vista foi desenvolvido este trabalho, com a finalidade de estudar uma alternativa para uma gestão mais eficiente e rápida do processo construtivo, que consiste no uso das etiquetas com identificação digital por rádio frequência (*Radio Frequency Identification*), comumente chamada por etiquetas RFID, nos materiais mais significativos de um canteiro, podendo assim avaliar a quantia de uso por tempo de um determinado material e permitindo um controle maior sobre extravios, data de entrada e saída do material e sua localização na obra.

De acordo com pesquisa realizada pela FINEP/SENAI (1999) foi possível identificar valores de perdas dos materiais nos canteiros de acordo com o número de canteiros (casos) estudados, sob qualquer motivo, execução, qualidade, montagem, erros no projeto ou extravios, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Indicadores de perdas de materiais

PORCENTAGEM DE PERDAS						
MATERIAL	SERVIÇO	VALOR DA PERDA				NÚMERO DE CASOS ESTUDADOS
		MÉDIA (%)	MEDIANA (%)	MÍNIMA (%)	MÁXIMA (%)	
Concreto usinado	Estrutura	9	9	2	23	35
Aço	Estrutura	10	11	4	16	12
Blocos e tijolos	Alvenaria	17	13	3	48	37
Eletrodutos	Elétrica	15	15	13	18	3
Condutores	Elétrica	25	27	14	35	3
Tubos PVC	Hidráulica	20	15	8	56	7
Placas cerâmicas	Revestimento cerâmico	16	14	2	50	18
Gesso	Revestimento com gesso	45	30	-14	120	3

Fonte: Pesquisa FINEP/SENAI (1999)

De acordo com Souza (2005), pode-se verificar a partir dos dados que a Construção Civil possui valores de perdas bem significativos e são bastante variáveis, de acordo com cada obra. Além disso, de acordo com Alves (2015) as perdas podem ser devido à mão de obra desqualificada e falta de organização nos canteiros de obras.

Em vista destas conclusões, o presente trabalho verificará se é possível implementar o sistema RFID para reduzir alguns desses indicadores.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Esta seção apresenta um aprofundamento de como funciona a tecnologia RFID os materiais que são utilizados para utilizar o sistema de forma adequada, possíveis estudos de uso da etiqueta tanto no setor da construção como aplicações gerais e por fim será apresentado os pontos chaves que podem ser usados para implementação da etiqueta, como escoramentos, proteções coletivas e equipamentos.

### **4.1. A Tecnologia**

De acordo com Fernandes *et al* (2013) o RFID (*Radio Frequency Identification*), é um sistema que consiste de três etapas: a primeira etapa é o armazenamento de dados na etiqueta do produto, podendo ser inserido na produção da etiqueta ou posteriormente, dependendo do tipo de etiqueta utilizada, a segunda etapa é a emissão destes dados ao leitor, e essa emissão pode ser feita por indução de corrente por campo eletromagnético emitido pela antena, que ativa o microchip na etiqueta e envia seus dados de volta para o leitor, ou por moduladores internos que estão sempre emitindo seus dados, estando ao alcance dos leitores ou não. A última etapa é a armazenagem de dados na rede feita pelo computador principal do sistema.

Junto com os dados armazenados, a etiqueta pode ser utilizada como um sistema antifurto, reservando um espaço de memória para emitir um sinal ao passar pelo leitor do portão (GODOY VIEIRA, 2007)

### **4.2. Tecnologia RFID na Indústria da Construção**

Azambuja e Siddiqui (2007) *apud* Oliveira (2011) publicaram um estudo sobre a viabilidade de utilização das etiquetas RFID em um fabricante de componentes pré-fabricados de concreto. Os autores analisaram os benefícios e os custos para a implementação da tecnologia e, entre os dados apurados, verificaram que o treinamento do pessoal que vai operar o sistema é de grande importância. Isso porque a tecnologia evolui rapidamente, portanto sugerem que os treinamentos dos funcionários devem ser realizados a cada dois anos. Os autores concluíram que essa tecnologia tem grande potencial de uso, mas que ainda são necessários mais estudos de viabilidade de implementação de RFID.



Prediger *et al* (2014) realizaram um estudo para demonstrar os benefícios gerados a partir do uso de tecnologias automatizadas para rastreabilidade e controle. Afirmaram que o sistema de tecnologia RFID é capaz de atender a necessidade de informação sobre os produtos de toda a cadeia produtiva onde está inserido, gerando um alto nível de detalhamento das informações dos produtos e a redução dos custos, o que torna o processo de automação mais eficaz.

Prediger *et al* (2014) fez um levantamento das vantagens e desvantagens do sistema RFID, Entre as vantagens estão onde puderam elencar 6 vantagens para o uso do sistema e também 4 desvantagens.

O sistema RFID de acordo com os autores apresentam vantagens como, não necessitar de contato visual ou físico para que ocorra a leitura, o sistema permite uma leitura rápida e automática, contagens em tempo real de estoques, informações podem ser atualizadas já que são dados digitais, as informações tendem a ser mais precisas do que as coletadas manualmente e por fim uma tendência a terem uma resistência maior as agressividades ambientais como poeira, umidade e temperatura.

Das desvantagens que os autores elencaram estariam o alto custo e o aumento do preço final pois todo o sistema tem um custo de manutenção e operação. Há também a necessidade de padronizações de frequência para que em ambientes grandes se possa captar o sinal sem interferências de outras fontes e de maneira uniforme e por último que diferentes ambientes com diferentes materiais construtivos podem afetar o uso do sistema.

Para Prediger *et al* (2014), a tecnologia RFID proporciona maior segurança e eficiência na rastreabilidade de produtos e é uma boa opção, moderna e funcional.

Oliveira e Serra (2017, p. 63) elaboraram um estudo sobre a utilização da tecnologia RFID no controle e monitoramento de equipamentos de segurança na Construção Civil. O modelo elaborado se mostrou eficiente e forneceu relatórios gráficos e textuais, contribuindo para o aprimoramento das ferramentas de controle de materiais dentro do canteiro de obras. Concluíram que:

“...a utilização do método de rastreamento remoto com identificação automática através de sinais de radiofrequência, tem função preventiva significativa, disponibilizando informações para o planejamento de processos construtivos, e contribui, ainda, no desenvolvimento de mecanismos voltados a proporcionar um ambiente de trabalho seguro”.

Santos (2019) analisou a viabilidade econômica da implantação da RFID para gerenciamento de estoque em um armazém de uma siderúrgica. A autora sinalizou

que os avanços tecnológicos contribuem para que as empresas possam competir interna e externamente através da melhoria da eficiência operacional e otimização de processos, mas é preciso um investimento inicial para operar o sistema. E é justamente a falta de retorno, principalmente no curto prazo, uma das maiores barreiras para a implantação em larga escala da RFID. No referido trabalho são dados exemplos de aplicações de RFID em construção em várias situações mostrando que é possível esta aplicação.

Song *et al.* (2005) *apud* Serra (2017) realizaram testes em campo nos canteiros de obras utilizando a tecnologia RFID para verificar a eficiência do sistema e obtiveram como conclusão que a tecnologia poderia funcionar de forma eficaz no ambiente da construção civil, indicando benefícios como tempo de identificação, precisão de estoque e melhoria no cronograma.

Outro exemplo seria de Pradhanaga e Tase (2012) *apud* Serra (2007) no qual acompanharam a implementação do sistema em um canteiro médio de construção civil no qual foi possível notar vantagens como um banco de dados para análise e automação na coleta acelerando os trabalhos de gestão.

Ao todo Serra (2007) mostra quatro casos potenciais de aplicação defendidos por outros autores em canteiros da construção civil.

Em vista desses exemplos, é possível constatar possíveis viabilidades de uso, seja como manutenção de estoque, como aceleração de serviços de gestão ou como ferramenta de auxílio em cronogramas.

### **4.3. O Sistema**

No caso de etiquetas RFID, de acordo com Gutierrez (2005) o sistema é composto de quatro módulos: etiqueta que contém o microchip, antena, leitor e computador. Cada um desses módulos é responsável por uma função específica, listada abaixo.

#### **4.3.1. ETIQUETAS**

A etiqueta do sistema RFID contém o microchip no qual sua memória pode ser classificada de 3 modelos diferentes. O primeiro modelo é o de somente leitura (*RO – Read Only*); o segundo modelo é de gravação única e múltiplas leituras (*WORM –*

*Write Once Ready Many*) e o último e terceiro modelo é o regravável (*RW – Read-Write*) (VIERA, ANGEL, 2007).

No primeiro modelo, de somente leitura, os dados são inseridos de fábrica e possuem pouca memória, ou seja, as etiquetas em geral são gravadas com números de série, tendo pouca vantagem se comparado ao sistema de código de barras tradicionais, uma vez que a maior vantagem desse método em relação ao tradicional é a opção de transmissão de informação à distância.

No segundo modelo, gravação única e múltiplas leituras, a etiqueta pode ser regravada um número limitado de vezes; com o decorrer do tempo, a etiqueta pode ser danificada e perder sua capacidade de reter informações.

No último modelo de memória, a gravação pode ocorrer quantas vezes se deseja.

Além da classificação quanto à memória, há a classificação de acordo com a alimentação de energia; essa classificação é alinhada com o modo de interação com a antena, diferenciando entre energia própria ou alimentada.

No primeiro modo a etiqueta trabalha de forma passiva, sua alimentação interna e a emissão de dados são providas pela antena do leitor, que emite ondas eletromagnéticas capazes de alimentar eletricamente as etiquetas e fazê-las emitir o sinal.

No segundo modo a etiqueta trabalha de forma ativa, sua alimentação interna e emissão de dados ocorrem de forma independente da antena do leitor, ou seja, existe uma bateria interna que alimenta a etiqueta e um modulador de frequência que a faz emitir os dados para a antena do leitor; neste caso a vida da etiqueta está limitada à duração da bateria.

Existe um terceiro modo, um misto dos outros dois anteriores, onde a etiqueta possui uma bateria interna, porém ela não possui um modulador de frequência, portanto ela é capaz de armazenar dados, mas não é capaz de enviá-los. Assim, é necessária uma antena receptora que instiga a etiqueta a enviar os dados.

Além desses métodos de classificação é necessário distinguir dentro das etiquetas passivas, sua finalidade, pois ela pode necessitar uma transmissão mais distante ou não, resultando em uma frequência maior ou não.

Segundo a empresa denominada aqui de marca A, fabricante de etiquetas RFID, as frequências das antenas devem ser:

- Para alcances baixos, até 50,8 cm, a frequência que a etiqueta deve operar é em 125 KHz, uma frequência considera baixa;
- Para alcances de até 1 m, a etiqueta deve operar em frequência entre 13,56 Mhz, uma frequência considerada alta.
- Para alcances de 1 a 6 metros, a etiqueta deve operar com frequência 868 Mhz, 915 Mhz e 2,45 Ghz, frequência denominada ultra alta.

Uma observação quanto a estas etiquetas é a restrição de uso, pois trabalham em uma banda próxima a de celulares, *Wi-Fi* e comunicadores sem fio.

Em vista da popularização desta ferramenta foi desenvolvida a ISO/IEC 18000, que regulariza as diversas tecnologias, cada qual com sua respectiva frequência de alcance.

Para alcances maiores que estes, é recomendado pelos fabricantes da marca B, a utilização de etiquetas ativas, que emitem sinal independentemente de estarem dentro do campo de atuação do emissor. Com isso é possível instalar várias antenas ao longo do local, sendo que cada antena registraria, portanto, os dados das etiquetas a medida que as mesmas passem pelos campos de determinada antena.

**Figura 6 - Exemplo de etiqueta RFID**



Fonte: <http://www.rfidsystems.com.br/carrier> (2017)

#### 4.3.2. A ANTENA

A antena é um elemento que pode ter duas funções, dependendo do tipo de etiqueta usada. Se o método for de etiquetas passivas, ela emite ondas eletromagnéticas que induzem uma corrente elétrica na etiqueta, que por sua vez

transmitem seus dados, ou podem ser receptores de sinais emitidos pelas etiquetas ativas.

Em ambos os casos a antena utiliza de seu formato e material para captar essas informações, podendo variar de acordo com a finalidade e distância do produto.

**Figura 7 - Exemplo de antena para etiquetas passivas**



Fonte: <http://activa-id.com.br/produto/antena-zebra-an440> (2017)

**Figura 8 - Exemplo de antena para etiquetas ativas**



Fonte: <http://activa-id.com.br/produto/leitor-invengo-xc-rf850> (2017)

#### 4.3.3. O LEITOR

Os leitores são aparelhos responsáveis por ler os dados e alterá-los, caso seja o desejado do sistema nas etiquetas dos produtos, e enviar estes dados ao computador, que mantém o registro da movimentação e as respectivas alterações dos produtos.

**Figura 9 - Exemplo de leitor em portas, como bibliotecas**



**Fonte: <http://activa-id.com.br/produto/portal-identix-security-gate> (2017)**

#### 4.3.4. O COMPUTADOR

O computador é a peça responsável por armazenar os dados de todas as etiquetas e receber as informações de todos os leitores no local, ou seja, ele é o destino final das informações captadas.

### 4.4. Aplicações

O uso das etiquetas RFID tem crescido no mercado. De acordo com Bhuptani (2005) e Chereshevnev (2016), as áreas de aplicação destas etiquetas são: vigilância eletrônica de produtos, autenticação de documentos, controle de acesso, acompanhamento elétrico da procedência de medicamentos, monitoramento de pessoas, pagamentos, rastreamento e acompanhamento e integração da cadeia de abastecimento, entre outros.

#### 4.4.1. VIGILÂNCIA ELETRÔNICA DE PRODUTOS

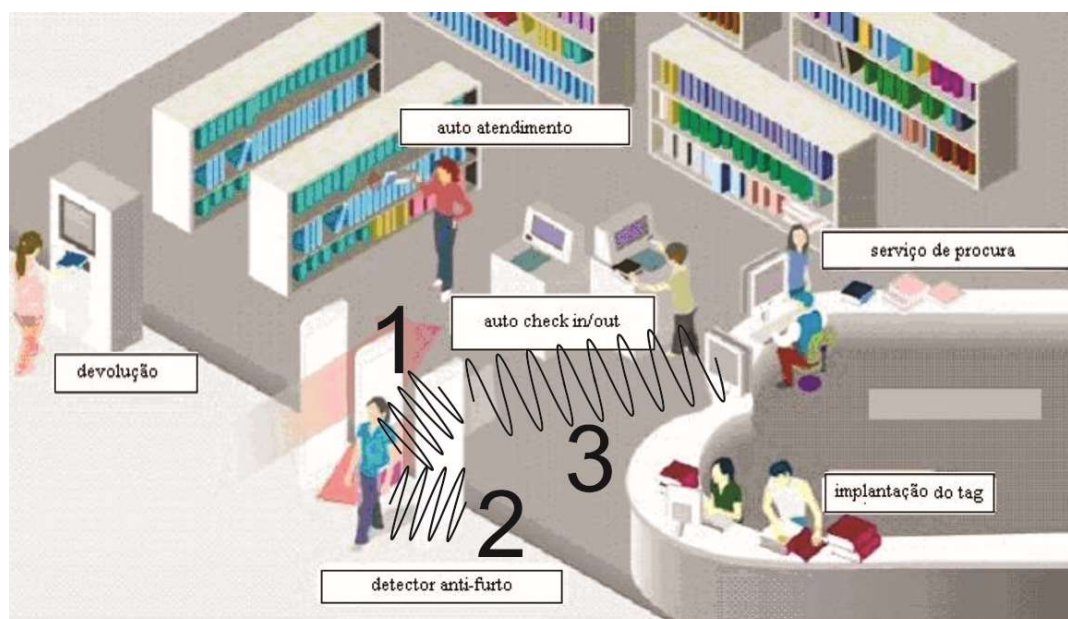
Esta primeira aplicação é facilmente associada às etiquetas devido a sua facilidade em emitir sua posição e datas. (GIRETTI et al, 2009 *apud* SERRA, 2017).

Um exemplo de aplicação da vigilância eletrônica inserido no cotidiano é nas bibliotecas em geral como é o caso da biblioteca da câmara dos deputados e a biblioteca do superior tribunal de justiça (SANTOS, 2013).

Por meio de uma ilustração das funções exercidas em uma biblioteca, a fim de garantir a vigilância dos livros, conforme figura 10.

Neste exemplo é possível identificar três emissões de ondas. A primeira onda é o leitor situado na porta emitindo um sinal para a etiqueta que foi inserida dentro do livro. A segunda onda é a resposta de dados que a etiqueta emite ao receber um sinal de leitor. Por fim, o leitor recebe este sinal e comunica ao sistema a situação do produto; no caso de uma biblioteca, o mais comum é o leitor acionar ou não o alarme conforme a situação de empréstimo do livro.

**Figura 10 - Representação do sistema RFID em bibliotecas**



**Fonte: Adaptado de TherionTec (2017)**

#### 4.4.2. AUTENTICAÇÃO DE DOCUMENTOS

Em comum aplicação à vigilância há a autenticação de documentos, uma vez que a etiqueta pode rastrear a origem, alterações e pessoal que realizou a alteração em um determinado documento de acordo com Chereshev (2016).

#### 4.4.3. CONTROLE DE ACESSO

As etiquetas, além de proporcionar uma segurança de alteração e movimentação, pode liberar o acesso físico a determinados produtos ou pessoas, uma vez que o sinal desta etiqueta pode conter diversas informações, incluindo códigos de acesso de acordo com Chereshnev (2016).

#### 4.4.4. ACOMPANHAMENTO ELETRÔNICO DA PROCEDÊNCIA DE MEDICAMENTOS

De acordo com Metzner, Vivian (2017), o mercado farmacêutico é amplamente conhecido pela precisão das composições em seus remédios e a diversidade de substâncias que compõe um medicamento o que os torna facilmente falsificados uma vez que não há um controle de rastreio de origem. Em vista disso, a cadeia de suprimentos que é vasta e complexa e com vulnerabilidades em potencial aos fabricantes e aos consumidores, no intuito de combater esta vulnerabilidade, os farmacêuticos começaram a utilizar etiquetas RFID com rastreio para evitar furtos, falsificações e alterações nas composições, criando assim uma segurança maior na procedência dos medicamentos.

#### 4.4.5. RASTREAMENTO E ACOMPANHAMENTO

Com as etiquetas é possível realizar o rastreamento e acompanhamento de diversos produtos, sendo essa uma das aplicações mais comuns da etiqueta no mercado. Este controle pode ser aplicado em estoques ou *supply chain*<sup>1</sup>; uma vez que não é necessária uma posição específica para leitura da etiqueta e nem requer uma linha de visão entre o leitor e a etiqueta, isso faz com que o uso desta tecnologia seja potencialmente mais vantajosa que suas semelhantes, como o código de barras. (QUEIROZ, 2014).

---

<sup>1</sup> - Termo utilizado para descrever a cadeia logística de um produto a um destino final. (HOINASKI, FABIO 2019)



#### 4.4.5.1. Monitoramento de pessoas

Além do monitoramento de objetos é possível o uso dessa tecnologia para o monitoramento de pessoas, se configurando um uso derivado do controle de acesso. Esta aplicação permite rápido e fácil identificação de pessoas em um local onde existam antenas para realizar as leituras de posicionamento. (GIRETTI *et al*, 2009 *apud* SERRA, 2017).

#### 4.4.6. CRONOMETRAGEM

As etiquetas de rádio frequência podem também servir como referencial preciso de tempo, uma vez que pode registrar com exatidão a entrada e saída das coisas, como jogadores em um campo de futebol, tempo do produto dentro do estoque ou até mesmo o tempo de transporte de fornecedores à indústria. (ALMEIDA, 2015).

#### 4.4.7. GESTÃO DE MATERIAL

No ramo da Construção Civil, ocorreu um progresso na gestão de materiais com a criação de normas técnicas, ISO's e normas regulamentadoras, o que possibilitou gerar mais confiança das construtoras em receber materiais padronizados e de qualidade. Com isso, as construtoras podem organizar melhor os estoques, tanto fisicamente quanto quantitativamente, uma vez que deixou de ser necessário grandes estoques para repor possíveis peças erradas, que passaram a vir de formato regular e com características mecânicas mínimas necessárias para o uso. Na figura 11 é possível observar uma relação de conformidade das peças em relação às suas respectivas normas técnicas, indicando um certo grau de controle de qualidade na produção de cada material utilizado na construção civil.

**Figura 11- Indicadores de conformidade de alguns segmentos de fabricantes de materiais de construção civil em 2004**

PROGRAMA SETORIAL DE QUALIDADE DE MATERIAL (PSQ)	ÍNDICE DE CONFORMIDADE EM RELAÇÃO À RESPECTIVA NORMA TÉCNICA DA ABNT
Cimento Portland	99,02%
Cal hidratada para construção	84,10%
Earras e fios de aço para armaduras de concreto	98,50%
Tubos e conexões de PVC para sistemas hidráulicos prediais	94,50%
Metais sanitários e aparelhos economizadores de água	90,40%
Louças sanitárias para sistemas prediais	90,00%
Reservatórios de água em poliolefinas e torneiras de bóia para sistemas prediais	74,00%
Placas cerâmicas para revestimento	50,00%
Tubos de aço e conexões de ferro maleável	70,00%
Perfis de PVC para forros	51,00%
Fechaduras	66,10%
Esquadrias de alumínio	63,60%
Tubos de PVC para infra-estrutura	92,10%

**Fonte: Gestão de Materiais de Construção (2005)**

Neste trabalho serão utilizadas as normas **NBR 12284**, **NR 11** e **NR 18**, que dão diretrizes sobre organização de canteiros e armazenagem de materiais. Na NR 18 é regulamentado o programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção (PCMAT), que informa aos construtores os deveres e funções que devem ser levados em consideração ao elaborar o layout de um canteiro, mostrando as instalações necessárias aos funcionários e armazenagem. Já na NR 11 é regulamentado como armazenar os diversos materiais necessários em uma construção, como sacos de cimento, alvenaria, esquadrias, formas e aço, levando em conta requisitos como formato, umidade do meio ambiente, número máximo de pacotes que podem ser empilhados, segurança e risco de reação com outros materiais, assim como o modo correto de manuseio destes materiais.

Por fim, há a norma brasileira 12284, de 1991, que tem como objetivo a definição de critérios mínimos para a permanência de funcionários no canteiro. Ao se somar todas essas normas, é possível elaborar um plano e disposição de locais, entre eles o local de estudo deste trabalho, o estoque de materiais, e elaborar um programa de gestão dos mesmos no canteiro.

#### **4.5. Construção Civil**

Na Construção Civil existem alguns métodos de gestão que são utilizados dia a dia para maior controle de estoques, produtividade e segurança.

Entre esses métodos há a organização do layout dos canteiros de forma que os estoques sejam de fácil acesso para reposição, evitando assim possíveis acidentes, ter visibilidade de boa parte da obra, com ênfase de visibilidade da segurança do canteiro e seus engenheiros, além de estar sempre próximo ao lugar de uso mais recorrente, evitando tempo de transporte do estoque ao lugar de uso do material (ELIAS, S.J. *et al* 1998).

##### **4.5.1. Sistemas de Proteção Coletiva em Construção**

Barreiras físicas podem ser sugeridas para evitar que o trabalhador entre em contato com o agente causador do acidente, como forma de reduzir os acidentes de trabalho. Hollnagel (2004) define equipamentos de proteção coletiva (EPC) como barreiras físicas ou funcionais destinadas a evitar acidentes e que não são incorporadas ao corpo ou ao vestuário do trabalhador.

Em geral, o EPC, também chamado Sistema de Proteção Coletiva (SPC) é parte de um sistema integrado que considera o conjunto de dispositivos de proteção que cobrem o maior número de pessoas em um ambiente de trabalho, ou seja, são os dispositivos que protegem as pessoas que ocupam um determinado ambiente de trabalho.

Em termos de segurança, de acordo com o Regulamento 18 (NR-18) na seção 18.3.1 "É obrigatório instalar proteções coletivas quando houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais" (BRASIL, 2015b). Neste sentido, estes sistemas de gradil e bandejas - são caracterizados por serem proteções do tipo barreira contra quedas efetivas de trabalhadores ou materiais.

Em vista da grande movimentação das peças, da necessidade de serem instaladas pelas normas vigentes, pela alta quantia e a necessidade para execução dos diversos serviços, a falta de um controle diário pode gerar a altos custos de reposição final, podendo chegar a dezenas de milhares de reais em pouco tempo, conforme estudo de caso a ser apresentado.

#### 4.5.2. SISTEMA DE ESCORAMENTO

No sistema tradicional de obras brasileiras, quando se tem a presença de estruturas em concreto é comumente empregado o uso do sistema de concretagem *in loco* no qual necessita de escoramentos para que seja possível ser feita a forma das peças e por sua vez concretadas, seja elas vigas, pilares ou lajes, em virtude dessa utilização (REZENDE, RÔMULO 2010).

Essas peças que são utilizadas em sistemas de escoramento, devido à sua grande quantidade podem ser perdidas com maior facilidade.

#### 4.5.3. ORGANIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO NOS CANTEIROS DE OBRAS

A racionalização é entendida como um processo dinâmico que é sistematicamente desenvolvido e aprimorado e visa à otimização utilizando recursos humanos, materiais e organizacionais que interferem na construção (Lichtenstein, 1987).

Com o crescimento da demanda do consumidor e do produto final, a introdução de um código de proteção ao consumidor e a busca constante pelos melhores preços, os empreendedores não tiveram escolha a não ser melhorar a racionalização do processo, lutando por modificações e melhorias.

A racionalização e sua organização subsequente são fatores desejáveis para as empresas, pois combinam várias melhorias no processo e no produto final. A organização adequada do canteiro de obras, com segurança e fluxo correto, contribui para a melhoria do trabalho e dos funcionários em geral.

A engenharia civil brasileira, em particular a construção civil, é caracterizada por um alto nível de desperdício, acompanhado por modestos indicadores de desempenho em comparação com outros segmentos industriais (CESAR, 2007).

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção se destina a apresentação dos procedimentos metodológicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Este trabalho tem como procedimento, uma revisão bibliográfica para se ganhar conhecimento do sistema analisado em questão e posteriormente extração de dados de um canteiro para ser desenvolvido um estudo de caso o qual será comparado valores com pesquisados de fornecedores reais do sistema.

Como parte integrante para a escrita da revisão da literatura realizou-se a consulta em livros e artigos publicados.

A identificação do custo de instalação e manutenção necessário para implementação do sistema de rádio frequência, teve como base um estudo de caso de um canteiro onde foi possível extrair valores de perdas que poderiam ser mitigados, caso fossem monitorados por esta tecnologia, tendo como referência os preços ofertados pelos fabricantes e distribuidores da tecnologia de RFD no Brasil, com os valores dos produtos em si que foram necessários realizar indenizações por extravio de material.

Para pesquisa de preço foi contatado as empresas 3M do Brasil LTDA. localizada em Sumaré-SP; Rfidbrasil LTDA, localizada em Nova Friburgo-RJ; ActivId Tecnologia de Identificação Ltda – Epp, localizada em Santo Antônio-SP, Sowx Trace & Process, localizada em Nova Hamburgo – RS e SmartX R. Sebastião Sisson, 337 – Americanópolis, São Paulo. Nestas empresas foi solicitado via e-mail ou telefonema os preços de cada parte da tecnologia, como citado anteriormente, antenas, leitores, impressoras, etiquetas e softwares para uma completa utilização do sistema.

Com estas informações foi possível analisar os custos do projeto e os possíveis usos das etiquetas.

Após a coleta de dados de preços e produtos, foi desenvolvido uma análise de benefícios e malefícios do uso da tecnologia no canteiro fazendo um estudo de caso em base no canteiro real o qual foi coletado informações de custos de extravios de peças de proteção coletiva, escoramentos e equipamentos.

Além disso, há também a possibilidade do tipo de empresa em que a tecnologia pode se apresentar ser mais eficiente, seja ela de pequeno, médio ou grande porte.

Seguindo os parâmetros apontados anteriormente, foi realizado um contato, em primeiro momento, com as empresas elencadas para consulta de valores. As empresas estão relacionadas no quadro 1.

## 6 DESENVOLVIMENTO

Foi levantado quantas peças de escoramento, proteções coletivas e equipamentos poderão ser utilizadas etiquetas RFID para rastreamento e controle de uso, com base nesta lista, foi feita a quantificação de peças com maior valor agregado, no intuito de reduzir a necessidade do uso de etiquetas em produtos com valor agregado semelhante ao custo de implementação da etiqueta.

Para realizar a comparação desses valores, foi extraído do canteiro que foi o estudo de caso, valores reais de ressarcimento de peças extraviadas nas proteções coletivas (EPC), peças de escoramento e equipamentos ao longo de 2 anos de obra observados na tabela 4.

**Tabela 4 - Relação de custos de perdas de EPC's, escoramentos e equipamentos**

empresa ressarcida	valor
Empresa A	R\$ 46.522,27
Empresa B	R\$ 1.094,74
Empresa C	R\$ 26.000,00
Empresa D	R\$ 3.281,70
Empresa E	R\$ 580,00
Empresa F	R\$ 850,00
TOTAL	R\$ 78.328,71

**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Para se ter uma comparação e dimensão real dos custos de ressarcimento na tabela 5 segue as quantias e preços totais das peças locadas no canteiro analisado nesse trabalho.

Tabela 5 - Valor total de peças locadas

(Continua)

EQUIPAMENTOS	PESO UNIT. EM KG	PREÇO UNITÁRIO MENSAL EM R\$	TOTAL DE PEÇAS	porcentagem do total de peças	preço por peça	Valor total	Porcentagem do total
GUARDA-CORPO		1,14	5	0,02%	R\$ 700,00	R\$ 3.500,00	0,185%
VJ 3 C/4,50 M	37,50	2,83	63	0,29%	R\$ 423,15	R\$ 26.658,45	1,409%
QTE (1,00 X 2,00 M)	21,30	2,45	416	1,92%	R\$ 411,02	R\$ 170.982,35	9,037%
VJ 3 C/4,00 M	32,10	2,55	71	0,33%	R\$ 379,97	R\$ 26.977,71	1,426%
QTD (1,00 X 1,75 M)	18,60	2,14	44	0,20%	R\$ 358,91	R\$ 15.792,25	0,835%
VJ 3 C/3,00 M	26,00	1,89	102	0,47%	R\$ 336,55	R\$ 34.328,28	1,814%
QT 1,0 A (1,00 X 1,50 M)	16,50	1,81	70	0,32%	R\$ 318,39	R\$ 22.287,45	1,178%
QTIA-QUADRO TUBULAR 1,0L X 1,5H S/F	16,00	1,79	339	1,57%	R\$ 308,74	R\$ 104.664,17	5,532%
VJ 3 C/4,00 M VAZADA	31,00	2,42	16	0,07%	R\$ 294,38	R\$ 4.710,07	0,249%
COLUNA FEMEA P/ ESCORA EXTRA C/ 6,00 M	11,80	0,77	137	0,63%	R\$ 290,20	R\$ 39.757,82	2,101%
VJ 3 C/2,50 M	20,00	1,58	178	0,82%	R\$ 270,00	R\$ 48.060,00	2,540%
QT 1,0 B (1,00 X 1,25 M)	13,90	1,48	214	0,99%	R\$ 268,22	R\$ 57.399,34	3,034%
VJ 3 C/3,50 M	21,50	2,22	173	0,80%	R\$ 266,40	R\$ 46.087,20	2,436%
VJ 3 C/3,50 M VAZADA	26,80	2,17	128	0,59%	R\$ 266,40	R\$ 34.099,20	1,802%
VJ 2 C/3,50 M	29,05	1,35	98	0,45%	R\$ 266,40	R\$ 26.107,20	1,380%
VJ 3 C/3,00 M VAZADA	23,00	1,84	84	0,39%	R\$ 238,84	R\$ 20.062,70	1,060%
VJ 3 C/2,00 M	16,20	1,28	125	0,58%	R\$ 228,30	R\$ 28.537,33	1,508%
COLUNA FEMEA P/ ESCORA EXTRA C/ 4,30 M	9,20	1,28	679	3,14%	R\$ 226,26	R\$ 153.630,54	8,120%
QT 1,0 C (1,00 X 1,00 M)	11,40	1,17	253	1,17%	R\$ 219,98	R\$ 55.654,94	2,942%
VJ 3 C/2,50 M VAZADA	20,00	1,53	48	0,22%	R\$ 216,60	R\$ 10.397,01	0,550%
MAO FRANCESA P/ GUARDA-CORPO 1,00M	11,00	0,93	72	0,33%	R\$ 216,33	R\$ 15.576,00	0,823%
VJ 2 C/3,00 M	19,00	1,15	180	0,83%	R\$ 199,80	R\$ 35.964,00	1,901%
ESPIGA P/ESCORA EXTRA		0,26	192	0,89%	R\$ 186,73	R\$ 35.852,16	1,895%
COLUNA FEMEA P/ ESCORA STANDARD	7,50	1,15	810	3,75%	R\$ 184,45	R\$ 149.405,38	7,896%
VJ 3 C/2,00 M VAZADA	16,20	1,22	201	0,93%	R\$ 183,15	R\$ 36.813,15	1,946%
TRIPE	8,20	1,25	94	0,43%	R\$ 177,60	R\$ 16.694,40	0,882%
VJ 2 C/2,50 M	15,00	1,02	207	0,96%	R\$ 166,80	R\$ 34.527,60	1,825%
VJ 3 C/1,50 M	11,40	0,97	223	1,03%	R\$ 166,50	R\$ 37.129,50	1,962%
VJ 2 C/2,00 M	11,50	0,77	643	2,97%	R\$ 149,85	R\$ 96.353,55	5,093%
SUPORTE U AJUSTAVEL DUPLO	6,00	0,77	290	1,34%	R\$ 146,67	R\$ 42.533,33	2,248%
VJ 2 C/1,50 M	10,00	0,57	350	1,62%	R\$ 138,75	R\$ 48.562,50	2,567%
VJ 3 C/1,50 M VAZADA	11,40	0,92	52	0,24%	R\$ 133,57	R\$ 6.945,78	0,367%
SUPORTE U AJUSTAVEL SIMPLES	5,00	0,77	855	3,95%	R\$ 111,00	R\$ 94.905,00	5,016%
SAPATA AJUSTAVEL ALONGADA 0,30M	4,50	0,89	246	1,14%	R\$ 110,00	R\$ 27.060,00	1,430%
PISO METÁLICO 1,5M		0,28	44	0,20%	R\$ 105,00	R\$ 4.620,00	0,244%
PAINEL METÁLICO		0,30	20	0,09%	R\$ 100,00	R\$ 2.000,00	0,106%
RODA POLIURETANO		0,33	20	0,09%	R\$ 100,00	R\$ 2.000,00	0,106%
SUPORTE T	5,00	0,46	425	1,97%	R\$ 96,00	R\$ 40.800,00	2,156%
TUBO AMARRACAO C/2,00 M	4,80	1,02	24	0,11%	R\$ 95,46	R\$ 2.291,04	0,121%
SAPATA AJUSTAVEL	3,20	0,77	878	4,06%	R\$ 80,00	R\$ 70.240,00	3,712%

**Tabela 5 - Valor total de peças locadas (Conclusão)**

EQUIPAMENTOS	PESO UNIT. EM KG	PREÇO UNITÁRIO MENSAL EM R\$	TOTAL DE PEÇAS	porcentagem do total de peças	preço por peça	Valor total	Porcentagem do total
SAPATA REGULAVEL		0,28	24	0,11%	R\$ 80,00	R\$ 1.920,00	0,101%
TUBO AMARRACAO C/1,50 M	3,60	0,77	44	0,20%	R\$ 79,42	R\$ 3.494,48	0,185%
VJ 2 C/1,00 M	4,70	0,38	31	0,14%	R\$ 72,15	R\$ 2.236,65	0,118%
TUBO AMARRACAO C/1,00 M	2,40	0,51	23	0,11%	R\$ 50,02	R\$ 1.150,46	0,061%
VJ 2 C/1,00 M VAZADA	4,00	0,31	236	1,09%	R\$ 49,26	R\$ 11.625,57	0,614%
DX 1,5 A (1,88 M)	5,20	0,31	508	2,35%	R\$ 42,18	R\$ 21.427,44	1,132%
DX 1,5 BC (1,71 M)	5,00	0,31	212	0,98%	R\$ 41,56	R\$ 8.810,72	0,466%
TRAVA DIAGONAL		0,01	12	0,06%	R\$ 40,00	R\$ 480,00	0,025%
DX 1,0 A (1,44 M)	3,90	0,20	384	1,78%	R\$ 33,66	R\$ 12.924,29	0,683%
COPO P/ ESCORA EXTRA C/ 4,30M	1,10	0,26	739	3,42%	R\$ 33,00	R\$ 24.387,00	1,289%
COPO P/ ESCORA EXTRA C/ 6,00 M	1,10	0,77	77	0,36%	R\$ 33,00	R\$ 2.541,00	0,134%
DX 1,0 BC (1,23 M)	3,50	0,20	144	0,67%	R\$ 31,08	R\$ 4.475,52	0,237%
BRACADEIRA GIRATORIA 42	1,00	0,54	172	0,80%	R\$ 27,75	R\$ 4.773,00	0,252%
FUEIRO P/ESTRADO	0,80	0,08	72	0,33%	R\$ 25,53	R\$ 1.838,16	0,097%
SUPORTE U FIXO SIMPLES	2,00	0,26	292	1,35%	R\$ 24,00	R\$ 7.008,00	0,370%
SAPATA FIXA	0,80	0,20	400	1,85%	R\$ 15,36	R\$ 6.144,00	0,325%
FUEIRO	0,50	0,03	1138	5,26%	R\$ 13,88	R\$ 15.795,44	0,835%
CHAPA P/ BARRA ANCORAGEM	0,60	0,13	980	4,53%	R\$ 8,88	R\$ 8.702,40	0,460%
PORCA P/BARRA DE ANCORAGEM		0,06	1792	8,29%	R\$ 7,12	R\$ 12.759,04	0,674%
PINO P/ ESCORA STANDARD	0,30	0,01	810	3,75%	R\$ 5,90	R\$ 4.779,00	0,253%
PINO P/ ESCORA EXTRA C/ 4,30M	0,30	0,01	739	3,42%	R\$ 5,90	R\$ 4.360,10	0,230%
PINO P/ ESCORA EXTRA C/ 6,00 M	0,30	0,77	77	0,36%	R\$ 5,90	R\$ 454,30	0,024%
APRUMADOR DE PILAR C/3,0 M	14,50	1,28	129	0,60%	R\$ -	R\$ -	0,000%
BARRA DE ANCORAGEM C/0,75 M	1,70	0,38	1544	7,14%	R\$ -	R\$ -	0,000%
BARRA DE ANCORAGEM C/1,00 M	2,30	0,46	168	0,78%	R\$ -	R\$ -	0,000%
BARRA DE ANCORAGEM C/1,50 M	3,20	0,59	60	0,28%	R\$ -	R\$ -	0,000%
BASE DUPLA	4,30	1,31	47	0,22%	R\$ -	R\$ -	0,000%
FLAUTA P/ ESCORA EXTRA C/ 6,00 M	12,80	0,77	137	0,63%	R\$ -	R\$ -	0,000%
FLAUTA P/ ESCORA STANDARD	4,80	1,02	810	3,75%	R\$ -	R\$ -	0,000%
FLAUTA P/ ESCORA EXTRA C/ 4,30 M	7,80	1,15	679	3,14%	R\$ -	R\$ -	0,000%
POSTE GUARDA-CORPO P/ MF	9,00	1,02	72	0,33%	R\$ -	R\$ -	0,000%
				0,00%		R\$ -	0,000%

Fonte: Autoria própria (2021)



Das empresas levantadas foram obtidos os seguintes resultados quanto à relação entre produto e preços, porém, no caso da empresa denominada de Marca D, foi informado por funcionário da empresa que o setor de tecnologia RFID foi vendido em escala mundial pela empresa, então eles não estão mais trabalhando nesse setor.

**QUADRO 1 - Relação de Produto, Preço e Empresa Fornecedora (Valores expressos em dólar)**

EMPRESA	EQUIPAMENTO			
	ANTENAS	IMPRESSORA	ETIQUETAS	SOFTWARE
<b>Marca C</b>		US\$4400,00	US\$1,00 à US\$10,00	
<b>Marca D</b>	Não produz			
<b>Marca E</b>	US\$250,00	US\$4000,00	US\$0,20 à US\$5,00	US\$5000 à US\$20000,00
<b>Marca F</b>		US\$ 1848,43 à US\$3696,86	US\$0,06 à US\$0,55	

Fonte: Autoria própria (2020)

Além dos dados financeiros, foram disponibilizadas algumas situações de utilização da tecnologia.

A empresa denominada de marca C, assim como a de marca E, informaram que as antenas e os demais aparelhos eletroeletrônicos são classificados conforme a agressividade ambiental dependendo do local onde eles serão usados. No caso das obras, local onde ocorre incidência de água e pó deve-se utilizar antenas com revestimento com IP68 (classificação internacional de proteção para eletroeletrônico) conforme quadro 2 abaixo.

**QUADRO 2 - Índice de Proteção Eletrotécnica da International Electrotechnical Commission**

Primeiro número		Segundo número	
0	Sem proteção	0	Sem proteção
1	Proteção contra objetos sólidos com 50mm de diâmetro ou mais	1	Protegido contra gotas que caiam na vertical (chuvas de 1 mm por minuto)
2	Proteção contra objetos sólidos com 12,5mm de diâmetro ou mais	2	Protegido contra gotas que caiam na vertical com corpo inclinado a até 15° (chuvas de 3 mm por minuto, em ângulo de até 15°)
3	Proteção contra objetos sólidos com 2,5mm de diâmetro ou mais	3	Protegido contra borrifos d'água (um spray, por até 5 minutos em modo contínuo ou 10 minutos de forma intercalada);
4	Proteção contra objetos sólidos com 1mm de diâmetro ou mais	4	Protegido contra jorro d'água (uma torneira aberta, por até 10 minutos de forma intercalada)
5	Proteção contra poeira (poeira ainda entra no aparelho, mas com quantia insignificante para danificá-lo)	5	Protegido contra jatos d'água (um bocal de 6,3 mm, volume de 75 l/min, por até 15 min)
6	<b>Aprova de poeiras - Totalmente vedado</b>	6	Protegido contra jatos d'água potentes (um bocal de 12,3 mm, volume de 100 l/min, por até 3 min)
X	Informações ausentes	6k	Protegido contra jatos d'água potentes de maior pressão (um bocal de 6,3 mm com pressão de 10 bar, volume de 75 l/min, por até 3 min)
		7	Protegido contra imersão temporária em água de até 1metro por 30min (água pode entrar, mas não o suficiente para danificar o aparelho)
		8	<b>Protegido contra imersão contínua de água e profundidade definida pelo fabricante</b>
		9k	Protegido contra água proveniente de jatos de vapor e alta pressão (jatos de 80°C com pressão de 80 a 100 bar, volume de 14 a 16L/min por até 2min)
		X	Informações ausentes

Fonte: Tecnoblog, agosto 2020

Com base na tabela e nas características que podem ser apresentadas em um canteiro, foi aconselhado o uso de equipamentos com proteção IP68, ou seja, totalmente vedado contra poeiras e protegido contra imersão contínua em água.

De acordo com uma consultora e pesquisadora sênior em RFID na empresa RFID BRASIL, há estudos preliminares de implantação dessa tecnologia no setor da Construção Civil, porém, nos últimos tempos com a retração do setor esses estudos estão pausados.

## 7 DISCUSSÃO

Em base dos valores obtidos no estudo de caso de ressarcimento de peças perdidas, em um total de R\$ 78.328,71 por 2597 peças perdidas e os comparando aos custos do sistema levantados podemos obter os seguintes dados:

**QUADRO 3 - Custos de ressarcimento total**

peças	custos	custos por peça	Custo por peça (Dólar)
2597	R\$ 78.328,71	R\$ 30,16	US\$ 5,24

Fonte: Autoria própria (2021)

Em função da tecnologia de RFID ser comercializada em dólar, foi necessário padronizar na mesma moeda os custos de perdas com os custos de implementação do sistema, em base da cotação do dólar do dia de R\$5,76 foi convertido o preço de R\$ 30,16 para \$5,24.

Em base desse valor médio foi selecionado os itens mais caros da tabela 5 para que seja viável utilizar uma etiqueta de R\$ 30,16, com isso foi estipulado uma linha de corte de R\$ 80,00 nos produtos. Resultando no quadro 4, que indica o total de peças com valor unitário maior ou igual a R\$ 80,00. Com isso, com 42,05% dos materiais se tem 91,53% dos custos de indenização.

**QUADRO 4 Custo de peças até R\$ 80,00**

Quantidade de peças	Custo	Média de custo por peça
9093	R\$ 1.731.887,40	R\$ 190,46

Fonte: Autoria própria (2021)

Em base da linha de corte adotada anteriormente utilizando apenas as peças de valor superior a R\$ 80,00 foi removido da lista de materiais ressarcidos os de menor valor agregado, com isso o quadro 3 que havia 2597 peças foi reduzido para 1429 peças, porém, os custos de ressarcimento tiveram uma redução de apenas R\$ 12.364,72 conforme quadro 5.

**QUADRO 5 Custo médio ressarcido por peça à cima de R\$ 80,00**

peças	custos	custos por peça	Custo por peça (Dólar)
1429	R\$ 65.963,99	R\$ 46,16	US\$ 8,01

Fonte: Autoria própria (2021)

Com base das quantias totais de produtos, 9093, foi elaborado a tabela de custos de materiais pelos fornecedores chegando ao quadro 6.

**QUADRO 6 Estimativa do custo material**

fornecedor	ANTENA	IMPRESSORA	ETIQUETAS	SOFTWARE	
Marca C mínimo	US\$ -	US\$ 4.400,00	US\$ 9.093,00	US\$ -	
Marca C máximo	US\$ -	US\$ 4.400,00	US\$ 90.930,00	US\$ -	
Marca E mínimo	US\$ 250,00	US\$ 4.000,00	US\$ 1.818,60	US\$ 5.000,00	
Marca E máximo	US\$ 250,00	US\$ 4.000,00	US\$ 45.465,00	US\$ 20.000,00	
Marca F mínimo	US\$ -	US\$ 1.848,43	US\$ 545,58	US\$ -	
Marca F máximo	US\$ -	US\$ 3.696,86	US\$ 5.001,15	US\$ -	TOTAL
Valor mínimo	US\$ 250,00	US\$ 1.848,43	US\$ 1.818,60	US\$ 5.000,00	<b>US\$ 8.917,03</b>
Valor máximo	US\$ 250,00	US\$ 4.400,00	US\$ 90.930,00	US\$ 20.000,00	<b>US\$ 115.580,00</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Por ser uma tecnologia vendida em dólar, é necessário a compatibilização dos pesos monetários usando como base a cotação do dólar atual de 5,76 reais no dia 26 de março de 2021 e os preços mínimos e máximos de cada produto, é possível termos um valor final de custo de implementação do material.

Importante ressaltar que em ambos os casos não foi analisado o custo de mão de obra, tanto a mão de obra que foi gasto no canteiro analisado, que envolveria em quantificar, estocar, locomoção do material, quanto o custo de mão de obra para implementação do sistema, manutenção e operação, visto que ambos os casos, são de difícil quantificação teórica, uma vez de para cada sistema é necessário um serviço específico.

Com os dados do quadro 6, podemos extrair um custo unitário por etiqueta no sistema RFID, utilizando o total de US\$ 8.917,03 com 9093 etiquetas chegamos a um valor unitário de US\$ 0,98 por etiqueta ao comparado ao valor real gasto (R\$65.963,99) convertido em dólares (US\$11.452,08) há um preço por etiqueta de

US\$ 1,25, ou seja, no cenário analisado se torna viável a implementação do sistema ao utilizarmos os valores mínimos.

Porém, se compararmos aos valores máximos de US\$115.580,00 há um valor unitário médio de US\$12,71 por etiqueta colocada e quando comparado ao custo real pago no ressarcimento das peças que é de \$1,25 o sistema se torna inviável.

Deve-se também ser analisado a questão de o sistema ser comercializado em dólar e, portanto, muito suscetível a variação cambial, foi realizado um estudo que aos termos uma cotação de dólar menor que R\$7,40 há viabilidade econômica do sistema no canteiro estudado, conforme quadro a seguir, porém, se o dólar estiver mais alto do que esse valor o sistema se torna inviável em qualquer preço apresentado pelos fornecedores.

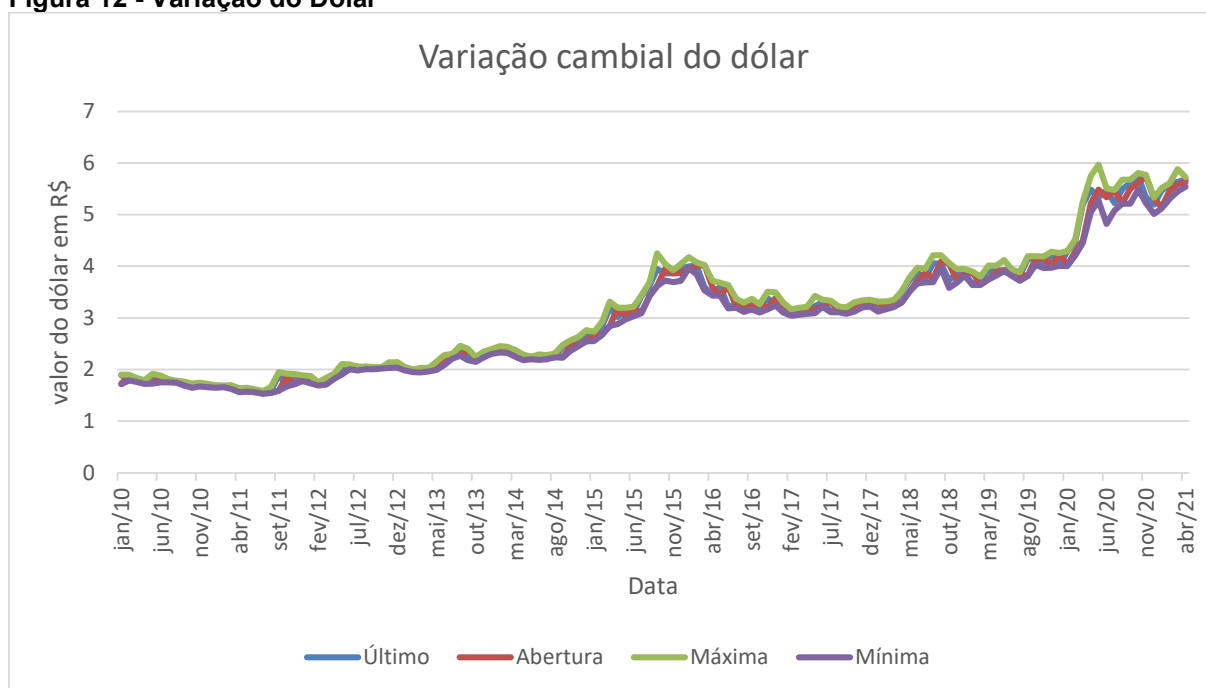
**QUADRO 7 Custo de ressarcimento com dólar à R\$ 7,40**

peças	custos	custos em dólar	custos por peça	custos por peça em dólar
9093	R\$ 65.963,99	R\$ 8.914,05	R\$ 7,25	US\$ 0,98

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Em base do histórico de mudança cambial do dólar nos últimos 10 anos, conforme figura 12, há a tendência que eventualmente se a tecnologia não tiver mudanças de preços e não começar a ser vendida em moeda nacional, o dólar chegará ao patamar de R\$ 7,40 inviabilizando o uso do sistema.

Figura 12 - Variação do Dólar



Fonte: Adaptado investing.com

Comparando o quadro 7 e o quadro 6 o custo total de material se equivalem quando o dólar ficar abaixo dos 7,40 reais, gerando assim viabilidade de uso do sistema no canteiro estudado.

## 8 CONCLUSÃO

O objetivo principal do presente trabalho é a de analisar a viabilidade econômica do uso do sistema RFID em um canteiro de obras da construção civil, e para que fosse atendido este objetivo foram seguidos três passos, consistindo desta forma em analisar como é o funcionamento de uma etiqueta RFID, ou seja, as partes que compõem o sistema, que seria as antenas, as impressoras, as etiquetas e os softwares para uso desse sistema e monitoramento, depois de se ter o conhecimento dos componentes do sistema e de como é feito o sistema foi pesquisado as aplicações existentes desse mesmo sistema em diversas áreas assim como na construção, em base dessa análise, foi possível verificar aplicações de uso do sistema em diversas etapas de uma obra e ferramentas de gestão das mesmas, que podem vir a ser controle de estoque, rastreamento de equipamentos, rastreamento de funcionários e cronometragem de uso de insumos.

Para atender o objetivo foi realizado um estudo de caso simulando a aplicação do sistema em um canteiro de obra onde foi analisado os gastos do canteiro de obras estudado em materiais específicos como escoramentos, equipamentos e peças de proteções coletivas e comparados com os custos dos materiais utilizados no sistema de rastreamento.

Com a base dos dados apresentados nesse trabalho foi possível concluir que há viabilidade econômica no uso do sistema dependendo de alguns fatores externos, como, preço, cotação do dólar e tipos de peças monitoradas.

O RFID trás inúmeras aplicações em diversas áreas, no caso analisado, é difícil quantificar uma viabilidade devido aos fatores envolvidos de quantificação subjetiva, como velocidade de verificação, auxílio na gestão e possíveis estoques menores capazes de atender a demanda pontual.

Cada uma dessas vantagens gera valores de difícil mensuração, pois, cada vantagem gera impactos pouco perceptíveis ao decorrer da gestão do ambiente sendo visível apenas ao final da obra, de forma que só seria possível uma quantificação exata de quanto o sistema pode ajudar na gestão frente a um estudo e comparação real entre dois canteiros reais e similares, onde uma mesma empresa com os mesmos empregados aplique em um canteiro o sistema tradicional de uso de controle de estoque e gestão e em outro apliquem a gestão por meio de tecnologia RFID.



No estudo de caso, foi possível constatar alguns pontos positivos e outros negativos.

Nos pontos negativos, nota-se que se a obra possuir uma eficiente mão de obra com baixas perdas de material o sistema se torna caro e não consegue se pagar visto que com maior eficiência e controle haveria menos peças a serem perdidas e consequentemente comparadas ao custo do sistema.

Como o sistema é comercializado em dólar o sistema se torna muito instável e dependente da cotação da moeda para ser comercializado no quadro atual.

Nos pontos positivos, nota-se no presente trabalho que uma baixa quantia de peças rastreadas pode realizar o monitoramento de mais de 90% das peças com risco de serem perdidas, desta forma pode ser que o sistema se torne viável. Há também a questão do número de peças perdidas, conforme estudado quanto maior for o canteiro e mais suscetível a possíveis perdas de materiais por falta de monitoramento mais atrativo o sistema se torna, visto que é uma questão de quantidade de peças perdidas para tornar o sistema viável no quadro econômico atual.

Um segundo ponto de viabilidade apresentado seria o caso da variação cambial, uma vez que o sistema é comercializado em dólar e o mesmo na cotação do dia de 27 de março de 2021 está em 5,76 reais, sendo viável, portanto, em uma das projeções e se ele se manter abaixo de R\$7,40 continuaria sendo viável.

Em geral há espaço para o crescimento da tecnologia na construção civil, principalmente se o sistema começar a ser comercializado e produzido nacionalmente se tornando menos dependente de cotações cambiais.

Sugestões para estudos futuros seria a análise simultânea de dois canteiros similares, tanto em mão de obra, quanto no quadro de liderança e gestão, um sendo usado o sistema tradicional de acompanhamento de material e o outro sendo aplicado o sistema RFID.

## REFERÊNCIAS

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; MONTEIRO, Dulce Corrêa Filha; NEVES, Maria Elizabeth Teixeira de Mello Stussi. **Complexo eletrônico: identificação digital por radiofrequência**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 29-69, set. 2005

RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; SCAVARDA, Annibal José; BATALHA, Mário Otávio. **tecnologia na cadeia produtiva bovina internacional: o uso da rfid na rastreabilidade da carne bovina**. Revista gestão industrial, Ponta grossa, v. 04, n. 01: p. 175-187, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/39/36>>. Acesso em: 20 de março de 2021.

AMORE, Caio Santo. **“Minha Casa Minha Vida” para iniciantes**. Em: AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, Maria Beatriz Cruz. (Orgs). **Minha casa... e a cidade? avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p.11-28.

ARAGÃO, Thêmis Amorim; CARDOSO, Adauto Lúcio. **Do fim do BNH ao Programa Minha Casa Minha Vida: 25 anos da política habitacional no Brasil**. Em: CARDOSO, Adauto Lúcio. (Org). **O Programa Minha Casa Minha Vida e seus Efeitos Territoriais**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

AZAMBUJA, Marcelo; SIDDIQUI, Mohsin. **Uma abordagem sistemática para analisar a viabilidade econômica de implementação de RFID: localização de componentes pré-fabricados de concreto**. Anais. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, julho. 2007.

OLIVEIRA, Paulo Cristiano; DIONÍSIO, Renato de Castro; BAPTISTA, José Abel de Andrade, RAMIREZ, Paulo. **Proposta de implementação da tecnologia de rádio frequência (RFID) em um operador logístico**. Porto alegre, maio 2011.

BHUPTANI, Manish. **RFID IMPLEMENTANDO O SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA**. 1ª edição, IMAM, 2005.

BOIÇA, Stella Marys Rossi. **Desempenho de estruturas em concreto: Proposta de modelo de análise comparativa entre sistemas construtivos: Estudo de caso.**

Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

Emprego, Portaria 3.214/78. **Norma Regulamentadora 26** – Regras de Sinalização; BRASIL. Ministério da Previdência Social. Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho. 2015a. Disponível em: <[www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/](http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/)>. Acesso em: 4 jun. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 18 (NR-18): condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**, 2015b.

BRUNA, Paulo J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. Ed. Perspectiva. 2002.

COSTIN, A.; PRADHANANGA, N.; TEIZER, J. **Leveraging Passive RFID Technology for Construction Resource Field Mobility and Status Monitoring in a High-Rise Renovation Project**. *Automation in Construction*, v. 7, n. 24, p. 1-15, 2012.

DACOL, Silvana. **O potencial tecnológico da indústria da construção civil: uma proposta de modelo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

DEMIRALP, G.; GUVEN, G.; ERGEN, E. **Analyzing the Benefits of RFID Technology for Cost Sharing in Construction Supply Chains: a case study on prefabricated precast components**. *Automation in Construction*, v. 7, n. 24, p. 120-129, 2012.

DOMDOUZIS, K.; KUMAR, B.; ANUMBA, C. **Radio-Frequency Identification (RFID) Applications: a brief introduction**. *Advanced Engineering Informatics*, v. 21, n. 4, p. 350-355, 2007.

FINKENZELLER, K. **RFID Handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field**. Londres: Wiley, 2010.

HIRSCHFLED, Henrique. **ENGENHARIA ECONOMICA E ANÁLISE DE CUSTOS**. 7ª edição, Atlas S.A, 2009.

HOLLNAGELE. **Barriers and Accident Prevention**. Ashgate, 2004.

**IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID EM BIBLIOTECAS**– 2017. Disponível em: < <http://www.theriontec.com.br/noticia/rfid-em-bibliotecas/>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

LIESHOUT, M. C. *et al.* **RFID Technologies: Emerging Issues, Challenges and Policy Options**. Institute for Prospective Technological Studies. Joint Research Centre. European Commission, 2007.

MAGHIROS, J.; ROTTER, P.; LIESHOUT, M. **RFID Technologies: emerging issues, challenges and policy options**. Institute for Prospective Technological Studies. Joint Research Centre. European Commission, 2007.

MAIA, A. Macena; ROMAN, H. R.; HEINECK, L. F. M. (dezembro de 1993). **RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**. Revista Tecnologia/Fortaleza, nº 14, pp 68 – 80.

ALVES, J. **Resíduos da construção civil em obras novas. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 53–65, 2015. DOI: 10.17564/2359-4942.2015v1n1p53-65. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/exatas/article/view/1812>. Acesso em: 18 abr. 2021

**Normas Técnicas Da Construção Civil** – 2013. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

Oliveira, Victor Hugo Mazon; Serra, Sheyla Mara Baptista. **Controle de obras por RFID: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 61-77, out./dez. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2007**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2007/> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2008**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2008/> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2009**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2009/> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2010/> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2011.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2011/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2012.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2012/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2013.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2013/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2014.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2014/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

**Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2018.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?edicao=27764&t=downloads>>. Acesso em: 22 março de 2021.

PREDIGER, Daniel; FREITAS, Edison Pignaton; SILVEIRA, Sidnei Renato. **Modelo de aplicabilidade de sistema RFID para rastreabilidade na indústria alimentícia.** Monografia. 27p. Centro de Educação Superior Norte do RS, Frederico Westphalen. 2014.

Produtos RFID. **Activa iD.** Disponível em: <<http://activa-id.com.br/produtos>>. Acesso em: 18 mai. 2017.

REN, Z.; ANUMBA, C. J.; TAH, J. **RFID-Facilitated Construction Materials Management (RFID-CMM): a case study of water-supply project.** Advanced Engineering Informatics, v. 25, p. 198-207, 2011.

RFID JOURNAL BRASIL. **Solução Controla o Uso de EPI's no Setor de Energia.** Abr. 2015. Disponível em: <<http://brasil.rfidjournal.com/noticias/vision?13057/#back-from-modal>>. Acesso em: 9 abr. 2016.

SANGREMAN, A.; CAMANHO, T. **RFID: prós e contras. Trabalho da disciplina Rede de Computadores.** Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/07\\_1/rfid/RFID\\_arquivos/prosecontras.htm](http://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/prosecontras.htm)>. Acesso em: 5 jun. 2017.

Santos, Izabela Oliveira. **Análise de viabilidade econômica da implantação da tecnologia RFID em um armazém de uma siderúrgica.** Monografia. 57p. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, MG. 2019.

SAURIN, Tarcisio Abreu, FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos. Recomendações Técnicas** HABITARE Volume 3. Porto Alegre. 2006.

SONG, J. *et al.* **Locating Materials on Construction Site Using Proximity Techniques.** In: **CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS**, San Diego, 2005. Proceedings... San Diego, 2005.

SOUZA, Roberto E Tamaki, MARCOS R. **GESTÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.** 1ª edição, Nome da rosa, 2005.

SOUZA, Ubiraci E. LEMES. **COMO REDUZIR PERDAS NOS CANTEIROS.** 1ª edição, PINI, 2005.

TEIXEIRA, Jamilla Lutif. **Aula tecnologia das construções II. Faculdade de Engenharia Civil.** Universidade Federal do Espírito Santo. 2012.

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção.** São Paulo: Pini, 2001.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulation (EC) n. ° 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002.** Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/TXT/?uri=celex:32002R0178>. Acesso em: 21 out. 2017.

Godoy Viera, A. F., Viera, S. D. G., & Viera, L. E. G. (2007). **Tecnologia de identificação por radiofrequência: fundamentos e aplicações em automação de bibliotecas.** Encontros Bibli: Revista eletrônica De Biblioteconomia E Ciência Da informação, 12(24), 182-202. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2007v12n24p182>

CHERESHNEV, Evgeny. **Palestra com vice-presidente das varejo das Kaspersky Lab no Campus Party 2016.** Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/01/campus-party-2016-russo-controla-portas-e-celulares-com-um-chip-na-mao.html>. Acessado em: 19 de março de 2021.

BRUMATTI, Dioni Oliveira. **Uso de pré-moldado – estudo e viabilidade:** Vitória, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro**

**de obras de edifícios de múltiplos andares.** Tese de Doutorado – USP – 1987;

CESAR, C. G. **Desempenho estrutural de painéis pré-fabricados com blocos cerâmicos.** Tese apresentada ao Programa de Pós -Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos de obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil. Florianópolis, 2007.

WU, W. *et al.* **An Integrated Information Management Model for Proactive Prevention of Struck-by-Falling-Object Accidents on Construction sites. Automation in Construction**, v. 34, p. 67-74, 2013.

MICHAEL, Garry (2005) **WAL-MART: 57 SUPPLIERS MEET JANUARY RFID MANDATE– 2005.** Disponível em: < <https://www.supermarketnews.com/archive/walmart-57-suppliers-meet-january-rfid-mandate>>. Acesso em: 22 março. 2021.

ANTUNES, Leda. **MINHA CASA MINHA VIDA PERTO DO FIM? – 2019.** Disponível em: < <https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/minha-casa-minha-vida-dez-anos/#page8> >. Acesso em: 22 março. 2021.

HOINASKI, Fabio. **SUPPLY CHAIN: O QUE É E QUAIS ÁREAS ABRANGE.** Disponível em: < <https://www.ibid.com.br/blog/supply-chain-o-que-e-e-quais-areas-abrange/> >. Acesso em: 12 abril 2021.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Painel 4: Gestão sustentável da construção civil.** Disponível em: < <https://ethos.org.br/ci2008/OEvento.asp>>. Acesso em: 22 março 2021.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** 2008. Monografia (Especialista em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

MOORE, Lauren, **Walmart and RFID: The Relationship That put RFID on the Map.** Disponível em: < <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map>>. Acesso em: 22 março 2021.

**Obras realizadas Piacentini.** Disponível em: < <http://www.cpiacentini.com.br/obras/>>. Acesso em: 22 março 2021.

RODRIGUES, M.. **Números do desperdício.** Revista Técnica, edição 52, agosto, 2001;

METZNER, Vivian Cristina Velloso. **Proposta de modelo de rastreabilidade para o setor de medicamentos no Brasil utilizando o conceito de Internet das coisas.**

Monografia (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo 2017.

**Calculadora de inflação EUA:** Disponível em:

< <https://www.usinflationcalculator.com/>>. Acesso em: 26 março 2021.

**Histórico de dólar EUA:** Disponível em:

< <https://br.investing.com/currencies/usd-brl-historical-data>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

J. LANDT, "The history of RFID," em IEEE Potentials, vol. 24, no. 4, pp. 8-11, Oct.-Nov. 2005, doi: 10.1109/MP.2005.1549751.

SANTOS, Jonathan pinheiro dos, **Tecnologia de identificação por Radiofrequência (RFID) em acervos bibliográficos: estudo de caso da Biblioteca da Câmara dos Deputados.** Monografia (graduação) - Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, 2013.

QUEIROZ, Jesiane. **RFID: Vantagens e Desvantagens da Tecnologia. AFIXGRAF** 12 de dezembro de 2014. Disponível em: < <http://www.afixgraf.com.br/rfid-vantagens-desvantagens/>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

ALMEIDA, Pedro Miguel Melo. **Solução para rastreio de produtos e validação automática de expedição com base em RFID.** Monografia (mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, 2015.

ELIAS, S. J. *et al.* **Planejamento do Layout de canteiros de obras: Aplicação do SLP (Systematic Layout Planning).** Universidade Federal do Ceará. [S.l.]. 1998.

REZENDE, Rômulo. **Uma visão sobre o uso de fôrmas e escoramentos em cidades de grande, médio e pequeno porte do Brasil Central e as novas diretrizes normativas.** Monografia (mestrado) – Universidade federal de Uberlândia, 2010.

FERNANDES, Victor. **Sistema para Aplicação e Gerenciamento de etiquetas RFID por meio da Internet.** João Pessoa, v. 1, 1, p. (1-2), julho, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fabricio-Carvalho-3/publication/269058905\\_Sistema\\_para\\_Aplicacao\\_e\\_Gerenciamento\\_de\\_Etiquetas\\_RFID\\_por\\_meio\\_da\\_Internet/links/57f3a69408ae886b897dad5f/Sistema-para-Aplicacao-e-Gerenciamento-de-Etiquetas-RFID-por-meio-da-Internet.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fabricio-Carvalho-3/publication/269058905_Sistema_para_Aplicacao_e_Gerenciamento_de_Etiquetas_RFID_por_meio_da_Internet/links/57f3a69408ae886b897dad5f/Sistema-para-Aplicacao-e-Gerenciamento-de-Etiquetas-RFID-por-meio-da-Internet.pdf). Acesso em: 18 de abril de 2021.

DALBERTO, Fernanda. **Minha casa minha vida, um estudo de caso: o conjunto residencial emílio bosco no município de Sumaré/SP.** 2015. monografia (graduação) – ciências econômicas, instituto de economia, UNICAMP, Campinas. 2015.



JUNIOR, Samuel Barbosa dos Santos. **Aplicação do lean construction em uma construtora**. 2019. 83 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) —Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

## APÊNDICE

### Figura 13 - Material ressarcido Escoramento

Levamos a seu débito, de conformidade com a cláusula 13 do Contrato de Locação 7218 firmado com V.Sa., a importância abaixo discriminada, referente a indenização de equipamentos faltantes ou avariados

Tipo	Quantidade	Código	Unidade	Descrição	Preço Unitário	Preço Total
Falta	51	299	PC	Bracadeira giratoria 42	27,75	1.415,25
Falta	401	2828	PC	Chapa p/ barra ancoragem	8,88	3.560,88
Falta	8	6920	PC	Coluna femea p/ escora extra c/ 6,00 m	226,26	1.810,08
Falta	6	6904	PC	Copo p/ escora extra c/ 6,00 m	33,00	198,00
Falta	9	2704	PC	DX 1,0 BC (1,23 m)	31,08	279,72
Falta	11	175	PC	DX 1,5 A (1,88 m)	42,18	463,98
Falta	10	191	PC	DX 1,5 BC (1,71 m)	42,18	421,80
Falta	23	2453	PC	Espiga p/escora extra	186,73	4.294,79
Falta	36	922	PC	Fueiro	13,88	499,68
Falta	14	2003	PC	Fueiro p/estrado	25,53	357,42
Falta	13	1961	PC	Pino p/ escora extra c/ 4,30m	5,90	76,70
Falta	17	6939	PC	Pino p/ escora extra c/ 6,00 m	5,90	100,30
Falta	2	3174	PC	Pino p/ escora standard	5,90	11,80
Falta	545	1210	PC	Porca p/barra de ancoragem	7,12	3.880,40
Falta	24	167	PC	QT 1,0 C (1,00 X 1,00 m)	219,98	5.279,52
Falta	30	230	PC	Sapata ajustavel	80,00	2.400,00
Falta	2	3530	PC	Sapata ajustavel alongada 0,30m	110,00	220,00
Falta	41	221	PC	Sapata fixa	15,36	629,76
Falta	29	248	PC	Suporte U ajustavel simples	111,00	3.219,00
Falta	7	2690	PC	Suporte U fixo simples	24,00	168,00
Falta	5	604	PC	Tripe	177,60	888,00
Falta	2	400	PC	Tubo amarracao c/1,00 m	50,02	100,04
Falta	2	426	PC	Tubo amarracao c/1,50 m	79,42	158,84
Falta	1	442	PC	Tubo amarracao c/2,00 m	95,46	95,46
Falta	1	2321	PC	VJ 2 c/1,00 m	72,15	72,15
Falta	15	2470	PC	VJ 2 c/1,50 m	138,75	2.081,25
Falta	18	5339	PC	VJ 2 c/2,00 m	149,85	2.697,30
Falta	3	5355	PC	VJ 2 c/3,00 m	199,80	599,40
Falta	2	4545	PC	VJ 3 c/1,50 m	166,50	333,00
Falta	5	4537	PC	VJ 3 c/2,00 m vazada	183,15	915,75
Falta	22	566	PC	VJ 3 c/3,50 m	266,40	5.860,80
Falta	13	4570	PC	VJ 3 c/3,50 m vazada	266,40	3.463,20
Total geral						46.552,27

Fonte: Autoria própria (2021)

### Figura 14 - Material ressarcido andaime

Contrato de Locação Nº: 20/3792

QUANT	DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE COBRANÇA	PREÇOS R\$	
		UNITÁRIO	TOTAL
1,00	BALANÇIM ELET.ZLP 630. 4,0M ACIMA 6 de 02/10/2020 a 01/11/2020 (1 mês )	1.094,74	1.094,74
2,00	CONJ. CAVALETE MD 2,0M COMPLETO de 02/10/2020 a 01/11/2020 (1 mês )	55,39	110,78

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 15 - Material ressarcido proteção coletiva

CALCULO DO IMPOSTO														
BASE DE CALCULO DE ICMS		VALOR DO ICMS		BASE DE CALCULO ICMS ST		VALOR DO ICMS SUBSTITUIÇÃO		VALOR TOTAL DOS PRODUTOS						
0,00		0,00		0,00		0,00		26.790,00						
VALOR DO FRETE	VALOR DO SEGURO	DESCONTO	OUTRAS DESPESAS ACESSÓRIAS	VALOR DO IPI	VALOR APROX. DOS TRIBUTOS	VALOR TOTAL DA NOTA								
1.400,00	0,00	2.190,00	0,00	0,00	5.715,66	26.000,00								
TRANSPORTADOR/VOLUMES TRANSPORTADOS														
RAZÃO SOCIAL PEDRO LUIS MIRANDA				FRETE POR CONTA	CODIGO ANTT	PLACA DO VEIC	UF	CNPJ/CPF						
				1 - Dest.		CNR5239	SP	142.591.478-03						
ENDEREÇO RUA AFFONSO PINTO MACHADO, 122					MUNICÍPIO SANTA ISABEL		EST	INSCRIÇÃO ESTADUAL						
							SP							
QUANTIDADE	ESPECIE	MARCA	NUMERAÇÃO	PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO									
DADOS DO PRODUTO/SERVIÇO														
LUZ PROD	DESCRIÇÃO DO PRODUTO/SERVIÇO	NUM SH	COSBMS	CFOP	UNID	QUANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE ICMS	VALOR ICMS	VALOR IPI	ALÍQUOTA ICMS	ALÍQUOTA IPI	VALOR APROX DOS TRIBUTOS
PLA0005	CHAPA PLAST 1,22x2,44x18MM L1AM	44184000	0 103	5102	PC	70,00	117,00000	8.190,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.413,60
PLA0003	CHAPA PLAST 1,22x2,44x18x34 11 L1AM	44184000	0 103	5102	PC	50,00	117,00000	5.850,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.378,75
PIN0006	SARRAFO PINUS 7 X 2 X 3M	44072990	0 103	5102	PC	350,00	3,00000	750,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,50
PIN0004	SARRAFO PINUS 15 X 2 X 3M	44072990	0 103	5102	PC	230,00	6,00000	1.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	333,00
PIN0005	SARRAFO PINUS 10 X 2 X 3M	44072990	0 103	5102	PC	350,00	4,00000	1.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	222,00
PIN0011	POSTALITE PINUS 7x7x3M	44072990	0 103	5102	PC	220,00	42,00000	2.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	390,00
RES0003	MADERITE RESINADO 1,22X2,44 12 MM	44123900	0 103	5102	PC	70,00	58,00000	4.060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	956,54
PLA0005	CHAPA PLAST 1,22x2,44x12MM 5 L1AMINAS	44184000	0 103	5102	PC	10,00	70,00000	700,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,92
PLA0003	CHAPA PLAST 1,22x2,44x12MM 5 L1AMINAS	44184000	0 103	5102	PC	10,00	70,00000	700,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,92
PLA0003	CHAPA PLAST 1,22x2,44x12MM 5 L1AMINAS	44184000	0 103	5102	PC	20,00	70,00000	1.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	329,84

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 16 - Material ressarcido andaime

Contrato de Locação Nº: 20/3792

QUANT	DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE COBRANÇA	PREÇOS R\$	
		UNITÁRIO	TOTAL
1,00	Negociação de Material Danificado/Não Devolvido - nº 36185 - parc. 1/1	2.711,70	2.711,70
1,00	Retirada de Material - Ficha nº 125840	340,00	340,00
1,00	BARRA RET.2,0M X GUARDA CORPO de 02/12/2020 a 01/01/2021 (1 mês )		
2,00	CABO AÇO 3/8" X 10M de 02/12/2020 a 01/01/2021 (1 mês )		
4,00	MD HORIZONTAL 2,07M de 02/12/2020 a 01/01/2021 (1 mês )		
1,00	PLACA CAP.CARGA BAL. PLATAFORMA de 02/12/2020 a 01/01/2021 (1 mês )		
6,00	SAPATA FIXA EIXO 33MM de 02/12/2020 a 01/01/2021 (1 mês )		230,00
1	CABO AÇO 8,5MM X 100M- neg. nº [ 36185 ]		
1	CABO ELÉTRICO PP 4X4 X 120M C/ TOMADA- neg. nº [ 36185 ]		
NÃO VALE COMO RECIBO Duplicata NR.: 20794		TOTAL R\$	R\$ 3.281,70

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 17 - Material ressarcido equipamento

EQUIPAMENTOS / MATERIAIS							
QUANT.	UNID.	DESCRIÇÃO	PERÍODO	VALOR EQ. UNIT.	VALOR EQ. TOTAL	VALOR LOC. UNIT.	VALOR LOC. TOTAL
1	pc	76 - Martelo GSH 16 220V 03	30	4.500,00	4.500,00	580,00	580,00
2	pc	131 - Ponteiro Sext.	30	160,00	320,00	0,00	0,00

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 18 - Material ressarcido andaime

EQUIPAMENTOS / MATERIAIS						
CONTRATO	QUANT.	DESCRIÇÃO	DATA INICIAL	DATA FINAL	STATUS	VALOR
10272	10	SAPATA REGULAVÉL	18/12/2020	18/01/2021	AR	800,00
10272	5	RODA DE POLIURETANO	18/12/2020	18/01/2021	AR	50,00
10272	10	TRAVA DIAGONAL 1,5m	18/12/2020	18/01/2021	AR	0,00

Fonte: Autoria própria (2021)