

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO CAMPUS MACAÉ  
ENGENHARIA CIVIL

VIVIAN CAVALCANTI DE MATOS

**O USO DE TECNOLOGIAS BASEADAS EM IoT NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMO  
REDUZIR AS AMEAÇAS E ALAVANCAR AS OPORTUNIDADES NO SETOR?**

Orientador: Prof. DSc. Ricardo França Santos  
Coorientador: Prof. MSc. Leandro Tomaz Knopp

MACAÉ

2021

VIVIAN CAVALCANTI DE MATOS

**O USO DE TECNOLOGIAS BASEADAS EM IoT NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMO  
REDUZIR AS AMEAÇAS E ALAVANCAR AS OPORTUNIDADES NO SETOR?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. DSc. Ricardo França Santos

Coorientador: Prof. MSc. Leandro Tomaz Knopp

MACAÉ

2021

VIVIAN CAVALCANTI DE MATOS

**O USO DE TECNOLOGIAS BASEADAS EM IoT NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMO REDUZIR AS AMEAÇAS E ALAVANCAR AS OPORTUNIDADES NO SETOR?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Macaé, 13 de julho 2021

Banca Examinadora

---

Prof. Ricardo França Santos  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Leandro Tomaz Knopp  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof<sup>a</sup>. Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Conrado Vidotte Plaza  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido força e saúde para superar todas as dificuldades e concluir esta etapa.

Aos meus pais Robson e Marizeide, pelo amor incondicional e por nunca terem medido esforços para a concretização do meu sonho. Serei eternamente grata por todo apoio concedido em toda minha vida.

Ao meu irmão, Rodrigo, pela força concedida a fim de alcançar meus objetivos.

A todos os docentes do curso de Engenharia da UFRJ, em especial meu orientador Prof. Ricardo e coorientador Prof. Leandro, por toda dedicação, auxílio, paciência e conhecimento repassado em prol da realização deste projeto.

Registro também, o agradecimento ao meu namorado, à toda minha família e amigos pelo incentivo que certamente teve impacto na minha vida acadêmica. Sem a presença de vocês, a minha caminhada até aqui não teria sido tão feliz.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste sonho, minha eterna gratidão.

*“O sucesso é a soma de pequenos esforços  
repetidos dia após dia.”*

(Robert Collier)

## RESUMO

A tecnologia encontra-se cada vez mais presente na humanidade, revolucionando e modificando o cotidiano das pessoas. Uma das inovações que vem ganhando destaque no cenário mundial é a Internet das Coisas. A IoT (do termo em inglês, *Internet of Things*) proporciona a conexão à Internet aos objetos, por meio de capacidade computacional e de comunicação. Entretanto, a construção civil no Brasil se caracteriza por uma resistência a inovações, em que a Internet das Coisas pode ser uma delas. Com isso, o presente trabalho tem como principal objetivo abordar os benefícios oferecidos pela utilização de dispositivos IoT no ramo da construção, considerando as ameaças e oportunidades existentes no setor. O trabalho foi conduzido com uma abordagem qualitativa, a partir de um levantamento bibliográfico e uma pesquisa realizada por meio de um questionário e de entrevistas com especialistas. Com isso, foi possível avaliar o impacto da utilização da Internet das Coisas na construção civil, em relação aos riscos e oportunidades e, além disso, elaborar uma matriz SWOT para o apoio a projetos futuros com uma visão estratégica.

Entre os achados dessa pesquisa destaca-se o fato da tecnologia de *smart building* ser a maior realidade IoT para empreendimentos verticais e, além disso, constatou-se por meio desta pesquisa que o controle de acesso ao canteiro de obras, os sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos e a gestão remota das integridades das estruturas formam um conjunto de muito potencial para utilização a médio prazo. Ademais, como resultado verificou-se que a ausência do uso da IoT pode ser atribuída ao não atingimento de maturidade da tecnologia no mercado aliado a ausência de padrões de conectividade disponíveis ou em razão da escalabilidade da produção não ter sido atingida no mercado, ou ambos os motivos. A pesquisa mostrou que os dispositivos mais utilizados são as etiquetas inteligentes, os controles de acesso ao canteiro de obras e os sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos. Por outro lado, a betoneira conectada e os sensores IoT para o acompanhamento da integridade da estrutura são os dispositivos menos utilizados por questões de custo.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas, dispositivos de controle, Construção Civil, Edificações Inteligentes, Sensores IoT.

## ABSTRACT

Technology is increasingly present in humanity, revolutionizing and changing people's daily lives. One of the innovations that has been gaining prominence on the world stage is the Internet of Things. An IOT provides internet connection to objects through computing and communication capacity. Civil construction in Brazil, however, has shown resistance to innovations, including the adoption of Internet of Things. The present academic work seeks to explore the benefits of IoT's in the field of construction, considering existing threats and opportunities in the sector. The work was conducted with a qualitative approach based on bibliographic research and survey with sector specialists through questionnaire and interviews. That process made possible to assess the impact of applying Internet of Things in civil construction in relation to risks and opportunities, in addition, to develop a SWOT analysis to support future projects with a strategic vision. Among the key findings of this study stands out the fact that smart building may be the greatest IoT reality to vertical projects. Research shows a great potential in the medium term for the utilization of: (i) access control to construction sites, (ii) IoT sensors for predictive equipment maintenance and (iii) remote management of structure's integrity. Furthermore, it was found that the absence of IoT can be attributed to several factors including the lack of technology maturity in the construction sector, scarce connectivity or limitation of production scalability. The research showed that the most used devices are smart tags, access control to construction sites and IoT sensors for predictive equipment maintenance. On the other hand, connected concrete mixer and IoT sensors to monitor structure's integrity are the least used devices due to cost restrictions.

**Keywords:** Internet of Things, control devices, Civil Construction, Smart Buildings, IoT Sensors.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As quatro revoluções industriais na linha do tempo .....	23
Figura 2 - Definição de risco individual e geral.....	29
Figura 3 - Matriz SWOT.....	38
Figura 4 - Metodologia Proposta.....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3 - Artigos selecionados no Portal Periódicos CAPES/MEC .....	44
Quadro 4 - <i>Ranking</i> dos dispositivos de maior grau de importância, de acordo com os respondentes.....	68
Quadro 5 – Pontos fortes encontrados na utilização de IoT para a análise SWOT .....	73
Quadro 6 – Pontos fracos encontrados na utilização de IoT para a análise SWOT .....	73
Quadro 7 - Oportunidades encontradas na utilização de IoT para a análise SWOT .....	74
Quadro 8 - Ameaças encontradas para a análise SWOT.....	75
Quadro 9 - Resumo da análise SWOT .....	75
Quadro 10 - Análise SWOT da utilização de IoT na construção civil.....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Faixa etária de todos os respondentes .....	46
Gráfico 2 - Gênero de todos os respondentes.....	47
Gráfico 3 - Estado onde todos os respondentes trabalham .....	47
Gráfico 4 - Porcentagem dos respondentes que trabalham ou não na construção civil.....	48
Gráfico 5 - Faixa etária dos respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil ..	48
Gráfico 6 - Gênero dos respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil .....	49
Gráfico 7 - Estado onde os respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil trabalham.....	49
Gráfico 8 - Tempo de trabalho dos respondentes na construção civil.....	50
Gráfico 9 - Última função dos respondentes no setor da construção civil .....	51
Gráfico 10 - Porte das empresas que os respondentes trabalham.....	51
Gráfico 11 - Porcentagem dos respondentes que trabalham na construção civil e utilizam IoT .....	52
Gráfico 12 - Motivos para a não utilização de IoT na construção civil.....	55
Gráfico 13 - Técnicas IoT mais utilizadas pelos respondentes na construção civil .....	56
Gráfico 14 – Riscos vivenciados na construção civil .....	58
Gráfico 15 - Grau de contribuição da IoT para mitigar riscos.....	59
Gráfico 16 - Técnicas IoT capazes de mitigar riscos na construção civil, na visão dos respondentes.....	60
Gráfico 17 - Grau de contribuição da IoT para aumentar oportunidades .....	61
Gráfico 18 - Técnicas IoT capazes de aumentar oportunidades na construção civil, na visão dos respondentes .....	62
Gráfico 19 - Grau de importância dos dispositivos vestíveis, de acordo com os respondentes .....	64
Gráfico 20 - Grau de importância das etiquetas inteligentes, de acordo com os respondentes .....	64
Gráfico 21 - Grau de importância dos sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos, de acordo com os respondentes .....	64
Gráfico 22 - Grau de importância da betoneira conectada, de acordo com os respondentes.....	65
Gráfico 23 - Grau de importância do controle de acesso ao canteiro de obras, de acordo com os respondentes .....	65
Gráfico 24 - Grau de importância dos sensores IoT para acompanhar a integridade das estruturas, de acordo com os respondentes.....	66
Gráfico 25 - Grau de importância das edificações inteligentes, de acordo com os respondentes.....	66
Gráfico 26 - Porcentagem dos dispositivos IoT com maior prioridade para a utilização, na visão dos respondentes.....	69
Gráfico 27 - Porcentagem dos dispositivos IoT com menor prioridade para a utilização, na visão dos respondentes.....	70
Gráfico 28 - Comparativo entre as votações de maior e menor prioridade para a utilização dos dispositivos IoT.....	71

Gráfico 29 - Motivos para a utilização de dispositivos IoT na construção civil, de acordo com os respondentes .....	72
---	----

## LISTA DE SIGLAS

BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Social
CPS	<i>Cyber Physical Systems</i>
Firjan	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
IA	Inteligência Artificial
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
ROI	<i>Return on Investment</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TIC	Tecnologias de Comunicação e Informação

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. OBJETIVOS</b>	14
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3. JUSTIFICATIVA</b>	15
<b>4. ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	16
<b>5. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	18
5.1 INTERNET DAS COISAS	18
5.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO DA IOT	19
5.3 AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E SEUS IMPACTOS NA ENGENHARIA CIVIL	20
5.4 OS COMPONENTES-CHAVE DA INDÚSTRIA 4.0	23
5.5 DESAFIOS DA IOT	24
5.6 TIPOS DE TECNOLOGIAS IOT APLICÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	25
5.7 A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA DA GESTÃO DE PROJETOS PARA AS ORGANIZAÇÕES	28
5.8 RISCOS EM PROJETOS	29
5.9 RISCOS E GERENCIAMENTO DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	30
5.10 AMEAÇAS COMUNS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	35
5.11 MATRIZ SWOT	37
<b>6. METODOLOGIA</b>	39
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	44
7.1 RESULTADO BIBLIOGRÁFICO	44
7.2 RESULTADO DO QUESTIONÁRIO	46
7.2.1 PERFIL DOS RESPONDENTES	46
7.2.2 RESPONDENTES QUE UTILIZAM IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL	52
7.2.3 MOTIVOS DA NÃO UTILIZAÇÃO DA IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL	53
7.2.4 DISPOSITIVOS IOT MAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	56
7.2.5 AMEAÇAS MAIS VIVENCIADAS PELOS RESPONDENTES	57
7.2.6 GRAU DE CONTRIBUIÇÃO DA IOT NA DIMINUIÇÃO DE AMEAÇAS	59
7.2.7 GRAU DE CONTRIBUIÇÃO DA IOT NO AUMENTO DE OPORTUNIDADES	61

7.2.8 GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS IOT .....	63
7.2.9 DISPOSITIVOS COM MAIOR E MENOR PRIORIDADE PARA A UTILIZAÇÃO .....	69
7.2.10 MOTIVOS DA UTILIZAÇÃO DE IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	71
7.2.11 ANÁLISE SWOT .....	73
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>88</b>
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO .....	88
APÊNDICE B – QUADROS GERADOS A PARTIR DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO.....	99

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo se encontra numa intensa demanda pela automatização em que cada vez mais as indústrias se conscientizam da necessidade da tecnologia para facilitar a comunicação, diminuir custos devido ao erro manual, aumentar a produtividade dos colaboradores, obter maior competitividade no mercado, entre outros benefícios.

Devido a esse anseio pela inovação tecnológica, surgiu, em 2011, o conceito de Indústria 4.0. O conceito se resume no conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico. A partir disso, em junho de 2017, o governo brasileiro e indústrias se uniram para formar o Grupo de Trabalho para a Indústria, ou GTI 4.0 (FIA, 2020). O grupo GTI 4.0 integrou mais de 50 entidades e nasceu com a missão de elaborar uma proposta de agenda nacional para a Quarta Revolução Industrial (FIA, 2020). Desta forma, as empresas brasileiras começaram a iniciar a jornada rumo à transformação digital, porém quando comparado a países desenvolvidos, o setor industrial no Brasil encontra-se na fase inicial (FIA, 2020).

Desde 2019, o mundo passa por uma pandemia da COVID 19, porém esta ameaça afetou o Brasil em 2020, o que culminou em uma crise. Em meio a este cenário, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou uma pesquisa, ao final de 2020, que mostrou que as indústrias 4.0 reagiram bem à pandemia quando comparadas aos outros setores (SOUZA, 2020). O estudo mostrou que 54% das indústrias que utilizam de uma a três tecnologias digitais na produção, geram lucros iguais ou maiores do que o período pré-pandemia (SOUZA, 2020).

Desse modo, é possível perceber que o setor da construção civil também precisa evoluir no quesito tecnológico. Observa-se que o setor mencionado é um dos mais importantes para a economia, já que o crescimento do mesmo é diretamente proporcional ao desenvolvimento e capacidade de produção de um país (VIEIRA; KAUFFMANN, 2013).

No entanto, mesmo que a Indústria 4.0 tenha apresentado um potencial ganho na produtividade e qualidade, ainda não houve muita atenção por parte da indústria da construção civil (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016).

A adoção da inovação nas atividades da construção civil resulta no melhor atendimento das demandas, como por exemplo, a redução da mão de obra, o

aumento da produtividade e a redução de custo de produção (CBIC, 2016). Porém, mesmo com tais características, alguns autores afirmam que a introdução da inovação na construção civil é menor comparada a outros setores devido às características da indústria e dos projetos, mas existe a necessidade da implantação em um mercado competitivo (CBIC, 2016).

Uma das tecnologias essenciais na Indústria 4.0 é a Internet das coisas, também conhecida pela sigla IoT (*Internet of Things*), que fomenta uma tendência tecnológica de conectar os mais diversos aparelhos e objetos utilizados diariamente à rede mundial de computadores (FIA, 2018). A tecnologia IoT proporciona um salto no desempenho e produtividade na construção civil, onde resumidamente ela pode ser utilizada para relatar, alterar, modificar ou monitorar o ambiente (OBRA PRIMA, 2020).

Além disso, o Banco Nacional do Desenvolvimento Social (BNDES) apresentou por meio de uma pesquisa realizada, em 2017, pela consultoria McKinsey, que o Brasil pode movimentar 200 bilhões de dólares até o fim de 2021, através da Internet das Coisas. Ainda não foi apontado o quanto isso representa para o setor da construção, mas é possível perceber o que o setor tem a ganhar já que os apontamentos da pesquisa o impactam direta ou indiretamente.

A partir desse panorama, é coerente buscar quais são os benefícios trazidos pela inserção de tecnologias IoT no setor da construção, no que diz respeito às ameaças e às oportunidades, por se tratar de um setor exposto a imprevisibilidades e resistente a adoção de inovações. Neste contexto, esta pesquisa com abordagem qualitativa foi conduzida por meio de um levantamento na literatura complementada com uma pesquisa realizada a partir de um questionário e com entrevistas diretas a dois especialistas. No questionário foi possível realizar um filtro de respondentes atuantes na área objetivada e quantos desses entrevistados utilizavam internet das coisas, a partir daí obteve-se resultados capazes de serem analisados.

Além disso, foi realizada uma análise SWOT com o cruzamento das forças, oportunidades, fraquezas e ameaças e, então, elencou-se uma estratégia ofensiva e outra defensiva para um possível projeto de implementação de IoT na construção civil.

## **2. OBJETIVOS**

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Levando em consideração o panorama supracitado, o objetivo geral deste trabalho é identificar e analisar as tecnologias IoT utilizadas na construção civil brasileira e como sua utilização poderia reduzir as ameaças enfrentadas e alavancar as oportunidades geradas no setor.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste trabalho está definido nos seguintes objetivos específicos:

- Identificar na literatura os dispositivos de tecnologias IoT utilizadas no setor da construção civil;
- Apontar na literatura as ameaças para a utilização da IoT na construção civil;
- Elencar na literatura as oportunidades para a utilização da IoT na construção civil;
- Analisar os riscos pela utilização da IoT na construção civil;
- Descrever o grau de contribuição que os dispositivos IoT podem gerar como benefício em projetos na Construção Civil.

## 3. JUSTIFICATIVA

Considerando que este trabalho propõe mostrar as ameaças e oportunidades na construção civil, buscar-se-á verificar como a IoT poderá influenciar os empreendimentos deste setor.

Além disso, verificou-se que na bibliografia há poucos trabalhos relacionando os riscos e a utilização de tecnologia IoT no âmbito da engenharia civil.

A indústria da construção apresenta muito espaço e um potencial para implantação de melhorias, pois há muitos ganhos com o aumento da produtividade, qualidade, controle, redução de riscos de acidentes e rendimento e a tecnologia pode proporcionar isso. Os benefícios podem ser enxergados do início ao fim do

projeto do empreendimento, seja no consumidor final no qual receberá seu produto com maior rapidez, e qualidade, seja na construtora, que ao adotar o uso da tecnologia terá um processo mais seguro, com menos ameaças, mais confiável e mais lucrativo.

Além disso, a tecnologia IoT tende a crescer cada vez mais. A chegada da internet 5G, na qual promete a mais alta velocidade de tráfego de dados e transferência de dados praticamente de forma instantânea, aumentará ainda mais a viabilidade da tecnologia da Internet das Coisas (MARTINS, 2020). Desta forma, a inserção da construção civil neste mundo tecnológico se torna ainda mais necessária para que a indústria se mantenha atualizada e competitiva no mercado.

#### **4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho encontra-se subdividido em oito capítulos.

No capítulo 1, é feita a introdução ao tema escolhido e a contextualização dos objetivos que levam a construção deste trabalho. Os objetivos estão definidos no capítulo 2.

No capítulo 3 são apresentadas as justificativas da importância do estudo e que levaram ao interesse da pesquisa.

Este capítulo 4 apresenta a estruturação do trabalho com a subdivisão perante os demais capítulos que compõem o estudo.

O capítulo 5 reúne os argumentos teóricos que embasam a internet das coisas, os riscos encontrados na construção civil e como a IoT pode beneficiar o ramo da engenharia civil. Além disso, são abordados os seguintes temas: Os conceitos da indústria 4.0, a origem da internet das coisas, funcionalidades da tecnologia e conceitos de gerenciamento de projetos capazes de fundamentar os riscos.

O desenvolvimento da metodologia deste trabalho é apresentado no capítulo 6.

O capítulo 7 traz os resultados obtidos na pesquisa de campo. Além disso, são apresentadas as relações de causa e efeito entre os riscos e a IoT para que seja possível inferir seus benefícios e a análise SWOT.

Por fim, o capítulo 8 conclui este trabalho e apresenta diretrizes que podem orientar o processo de decisão em relação ao investimento de tecnologia IoT frente às ameaças e oportunidades ofertadas. Além disso, serão descritas as limitações do estudo e as sugestões para trabalhos futuros.

## 5. REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 INTERNET DAS COISAS

O termo Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) foi proposto por Kevin Ashton, pesquisador britânico do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em 1999 numa apresentação para a empresa *Procter & Gamble* (P&G), onde propôs a ideia de etiquetar eletronicamente os produtos, afim de facilitar a logística da cadeia de produção, através de identificadores de rádio frequência (RFID, em inglês). Dez anos depois escreveu um artigo chamado “A Coisa da Internet das Coisas” para o *RFID Journal* (FINEP, 2015).

Segundo Peter Waher (2015) a Internet das Coisas é algo que obtemos quando conectamos os objetos, não operadas por seres humanos, por meio da Internet. De acordo com Santos *et al.* (2016), a Internet das Coisas surgiu dos avanços de várias áreas, como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e tecnologia da informação. A IoT, em síntese, é uma evolução da Internet atual com a finalidade de oferecer aos diversos tipos de objetos portadores de aptidão computacional a possibilidade de se conectarem entre si. Esta tecnologia fornece oportunidades tanto no mundo acadêmico como no mundo industrial. Em 2018, dados da empresa de pesquisa *Juniper Research* revelaram que o número total de sensores e dispositivos IoT conectados iriam ultrapassar 50 bilhões até 2022.

O conceito de IoT é definido mais formalmente por Teixeira *et al.* (2014) como “uma infraestrutura de rede dinâmica e global com capacidades de autoconfiguração, baseada em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis, onde “coisas” físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais. Esses objetos usam interfaces inteligentes bem como são naturalmente integradas à Internet. Na IoT, as “coisas” ou objetos devem se tornar participantes ativos em processos de negócio, informacionais e sociais, onde serão capazes de interagir e comunicar entre elas mesmas, trocar informações coletadas do ambiente, reagindo autonomamente aos eventos do mundo físico real, bem como influenciar esse contexto sem intervenção direta do ser humano”.

Segundo Patel *et al.* (2016) a IoT é entendida como um mundo de objetos físicos conectados, possuindo três categorias de interação: (a) Pessoas para Pessoas; (b) Pessoas para Coisas e (c) Coisas para Coisas. Além disso, a IoT está

contribuindo para um mundo em que o real, o digital e o virtual estão se unindo para criar ambientes mais inteligentes.

## 5.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO DA IOT

Nos dias de hoje, é possível citar a utilização da tecnologia em quase todos os setores da economia. Pode-se exemplificar o uso nas mais diversas áreas como indústria, transporte, residências, saúde e agricultura.

- Indústria: Sensores podem ser instalados nas máquinas para que se monitorem os componentes em tempo real e notificar necessidade de manutenções. Também é possível ser aplicados na segurança, onde os equipamentos serão parametrizados a pararem de operar assim que oferecerem risco ao operador. Segundo Magrani (2018), alguns fabricantes incluem IoT em produtos com a finalidade de prover o monitoramento do mesmo, bem como efetuar eventuais manutenções, transformando isso em uma ferramenta de customização. O uso da tecnologia na indústria é o tema deste trabalho com uma especificidade em relação à indústria da construção civil;
- Transporte: Atualmente tem-se falado bastante sobre os carros autônomos, porém é observado o uso de IoT em carros guiados, no qual são coletados dados e exibidos para o motorista em tempo real. De acordo com Clark (2016), um exemplo de aplicação de IoT no transporte são os carros que realizam a coleta de dados sobre um possível problema e direcionam automaticamente para o seu fabricante. Com isso, o fabricante pode realizar o diagnóstico de possíveis problemas no veículo e, assim, providenciar as peças para o reparo, tornando o processo mais assertivo e ágil;
- Residências: Nesta área existem diversos exemplos do uso da tecnologia como lâmpadas automatizadas, cortinas com acionamento automático e eletrodomésticos capazes de interagir com o usuário de forma remota. Tarefas rotineiras feitas por tecnologia IoT oferecem maior conforto e qualidade de vida. Clark (2016) cita um exemplo através de um dispositivo trivial, o despertador. Um despertador comum possui a tarefa de emitir alarmes em determinados horários,

porém se utilizar o IoT pode-se cruzar estatísticas sobre meteorologia e trânsito e com isso ajustar o horário de alarme levando em consideração esses dados. Para a construção civil, a automação de iluminação pode ser utilizada visando aumentar o conforto, economia e a segurança nos ambientes de trabalho;

- Saúde: A IoT pode fornecer muitos benefícios para a área de saúde, permitindo uma melhor interação entre paciente e médico, conforme menciona Magrani (2018). Um exemplo da tecnologia seria o uso de dispositivos eletrônicos como pulseiras nas quais já informariam dados como frequência cardíaca, alertas de ociosidade, números de passos diários, dentre outras possibilidades. Estas pulseiras poderiam ser utilizadas na construção civil para monitorar pessoas que trabalham em alturas;
- Agricultura: Segundo Albertin e Albertin (2017), estudos da Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) e Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estimam que a população mundial deverá crescer perto de 60%, enquanto a taxa de crescimento da terra produtiva deverá crescer cerca de 5%. A partir disto, observa-se que a IoT seria uma grande aliada para que a agricultura consiga suprir essa demanda. Com o uso da tecnologia, será possível monitorar e calcular diversos fatores, obtendo maior precisão no uso de fertilizantes, maior economia e produtividade.

### 5.3 AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E SEUS IMPACTOS NA ENGENHARIA CIVIL

As revoluções industriais se caracterizaram como períodos de grandes avanços tecnológicos. Para que isso ocorresse houve mudanças radicais que levaram a indústria a um patamar de qualidade e produtividade de alto nível.

No passado, aconteceram três grandes revoluções industriais. A Primeira Revolução Industrial foi marcada pela invenção das máquinas a vapor. Já a Segunda Revolução Industrial teve o marco de iniciar o uso prático da energia elétrica. Finalmente, a Terceira Revolução Industrial se caracterizou pelo início da automação nas máquinas.

A mecanização da produção, criação das primeiras máquinas, energia do carvão e do ferro, transformação na agricultura e novo modelo de força de trabalho são fatores que caracterizam a Primeira Revolução Industrial entre o século XVIII e a segunda metade do século XIX (OLIVEIRA, 2004).

A construção civil também sofreu impactos positivos pela primeira revolução industrial. Com o carvão se tornando a fonte de energia, o ferro começou a ser produzido em escala industrial, por meio de processos como pudragem, laminação e uso de jato de ar quente (DATHEIN, 2003). Dessa forma, tornou-se possível a melhoria nos transportes por meio de estradas de ferro, locomotivas e navios a vapor. Com isso, a matéria prima chegava à obra com menos custo e tempo.

A partir da segunda metade do século XIX houve o início da Segunda Revolução Industrial. O aço e a eletricidade foram os destaques dessa etapa, ocasionando grandes mudanças no que diz respeito ao progresso de importantes áreas como, por exemplo, na química e nas comunicações, além da utilização do petróleo. Dessa forma, gradativamente, os antigos processos foram sendo substituídos e se consolidando no século XX (DATHEIN, 2003).

Os avanços na construção civil durante a segunda revolução industrial se deram, principalmente, na produção do aço, no setor de transportes e na invenção do concreto armado. Com o crescimento das estradas de ferro, a produção do aço foi expandida. Em 1849, Joseph Louis Lambot (1814 – 1887) descobriu o concreto armado no qual consiste na utilização conjunta do aço e concreto para a construção (CARVALHO, 2008). Além disso, em 1856, Henry Bessemer desenvolveu uma técnica para converter, em escala industrial, ferro em aço. Em 1878, Thomas e Guilchrist aperfeiçoaram a técnica, conseguindo diminuir os custos do processo e trazendo viabilidade econômica para o uso do aço na construção (DIAS, 2001).

Em meados do século XX, iniciou-se a Terceira Revolução Industrial. O uso da tecnologia e do sistema de informação na produção industrial foram os pontos fortes da revolução. Os principais avanços desta época foram o desenvolvimento da computação e robótica, a utilização de fontes de energia variadas e menos poluentes e a globalização (FARAH JÚNIOR, 2000).

No âmbito da construção civil, durante o período da terceira revolução industrial, houve muitos ganhos como a industrialização da produção dos materiais de construção e do processo construtivo, o emprego da computação e robótica no setor (RIBEIRO, 2019)

A Quarta Revolução Industrial teve origem em 2011, na Alemanha, por ocasião da realização da Feira de Hannover. O conceito de indústria 4.0 surgiu com o planejamento do governo alemão para o desenvolvimento tecnológico da manufatura do país (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2016).

A história seguiu da seguinte forma: No início da década de 70, devido ao desenvolvimento industrial acelerado pelos Tigres Asiáticos, uma boa parte da produção de bens duráveis migrou dos países desenvolvidos para os países emergentes do oriente, ocasionando uma desindustrialização nos países europeus. A diferença do custo de produção e da produtividade da mão de obra entre os países desenvolvidos e os Tigres Asiáticos foram os fatores mais atrativos para a migração das indústrias. Com o objetivo de aumentar a produtividade da indústria alemã, o governo criou o projeto *High Tech Strategy* em 2006, que consistia em investimentos pesados em inovação e tecnologia, dessa forma a indústria 4.0 foi criada anos depois (FIRJAN, 2016).

Vale ressaltar que, após a iniciativa alemã, vários países se basearam para criar projetos semelhantes a fim de implementar a indústria 4.0. Sendo alguns deles: *Advanced Manufacturing Partnership* (Estados Unidos), *National Network for Manufacturing innovation* (Estados Unidos), *Made in China 2025* (China), *Factories From the Future* (União Europeia), *Public-Private Partnership* (União Europeia) e *The Industry of the Future* (França) (FIRJAN, 2016). E assim o conceito de Indústria 4.0 foi difundido mundialmente e sua realização está ocorrendo em vários países.

Segundo a Chanceler da Alemanha Angela Merkel “a Indústria 4.0 é a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional” (ROMANO, 2017).

O estudo da Firjan (2016) mostra que, assim como as três primeiras revoluções industriais, a quarta é caracterizada pelas mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, e por consequência agregando valor na cadeia organizacional e no ciclo de vida do produto. Entretanto, a característica de maior destaque é a Internet que une os mundos virtuais e físicos.

A figura 1 demonstra, através da linha do tempo, as 4 revoluções industriais mencionadas.

**Figura 1** - As quatro revoluções industriais na linha do tempo



Fonte: PwC – Pesquisa Global Indústria 4.0: Relatório Brasil (2016)

#### 5.4 OS COMPONENTES-CHAVE DA INDÚSTRIA 4.0

Existem 4 (quatro) componentes-chave para a implantação da indústria 4.0. São elas: *Cyber Physical Systems*, Internet das Coisas, *Internet of Services* e Fábricas Inteligentes. Além disso, existem tecnologias que integram o processo como: *Big Data*, *Cloud Computing*, *Segurança Cibernética* e *Machine Learning*.

Os *Cyber Physical Systems*, ou CPS, são sistemas que permitem a integração entre computação, comunicação e controle por meio dos computadores embarcados e processos físicos, gerando respostas imediatas (FIRJAN, 2016).

A tecnologia *Internet of Things*, ou IoT, é integrante das Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC), que através da Internet, conecta máquinas e objetos com sensores inteligentes e softwares (SILVA, 2018). Em outras palavras, trata-se de uma rede de objetos físicos ou coisas que são integrados a sensores, softwares e outras tecnologias com o objetivo de se conectarem e trocarem dados. A internet das coisas é a base da indústria 4.0 e, por isso, tornou-se a base para a pesquisa.

A IoT gera dados, porém esses dados precisam ser coletados, transmitidos, processados e analisados em larga escala e, para isso, o *Big Data* foi criado. O mesmo pode ser definido como ferramentas e práticas que gerenciam e analisam grandes volumes de dados, de diferentes fontes, em velocidade considerável (SILVA, 2018). Para que se atinja uma alta velocidade do processamento é possível utilizar a Inteligência Artificial (IA), que possibilita a redução do tempo e a automatização de processamento de tarefas através do *Machine Learning*, ou seja,

a máquina acumula dados, a partir de processos já executados, e otimiza os processos futuros (FIRJAN, 2016).

O *Cloud Computing* ou computação em nuvem é baseado no armazenamento e processamentos de dados na rede. Dessa forma, é possível fazer acesso remotamente de qualquer lugar do mundo através da Internet (FIRJAN, 2016).

A aplicação da IoT no setor industrial vem chamando a atenção da indústria 4.0 e as empresas que adotam são chamadas de Fábricas Inteligentes. Nelas, os CPS são empregados nos sistemas produtivos gerando aumento na eficiência e recursos e diminuindo custo e tempo quando comparadas às empresas tradicionais. Por meio da rede da IoT, as máquinas e linhas de montagem são capazes de se comunicarem e, com isso, trabalham em conjunto e se monitoram, qualquer que seja o local e com trocas de informações instantaneamente (FIRJAN, 2016).

Já o *Internet of Services* ou IoS se trata de serviços e processos quando toda a rede da IoT funciona perfeitamente. Neste caso os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. Novos serviços serão introduzidos ou os existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor (FIRJAN, 2016).

Segurança Cibernética é a construção de novas tecnologias para que a troca de dados fique cada vez mais confiável e sofisticada. Com a indústria 4.0 e maior conectividade, haverá a demanda de maiores proteções contra ataques cibernéticos (PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

## 5.5 DESAFIOS DA IOT

O Gartner, Inc., líder mundial em pesquisa e aconselhamento sobre tecnologia, anunciou um estudo global sobre as principais tendências estratégicas da tecnologia de Internet das Coisas, a “*Top Strategic IoT Trends and Technologies Through 2023*”. Segundo o estudo, nos próximos anos as empresas deverão firmar um maior número de parcerias com fornecedores de IoT e os líderes em Tecnologia da Informação serão responsáveis por três vezes mais dispositivos finais conectados do que o número de dispositivos hoje existentes em suas organizações.

Dessa forma, observa-se que o ritmo de crescimento de dispositivos conectados tende a ser cada vez mais intenso e, então, nasce o desafio de gerir

todas essas informações. É necessária uma estrutura robusta para comportar a grande massa de dados, levando em consideração a velocidade do processamento e comunicação e a qualidade do serviço (ATLAM *et al*, 2018).

Além disso, vale ressaltar outro fator a ser levado em consideração no momento do projeto de uma arquitetura IoT: a escalabilidade. Este conceito parte do princípio de que o sistema é capaz de lidar com as necessidades específicas conforme elas surgem (ATLAM *et al*, 2018). Em determinadas situações, é possível ter picos na geração de dados, tornando necessário o aumento de recursos computacionais em horários específicos do dia, para suprir as demandas.

Outro desafio que precisa de atenção é a segurança da informação (ATLAM *et al*, 2018). Por se tratar de uma comunicação com internet, é necessário um maior cuidado, uma vez que o número de ataques está em constante crescimento. Os sensores são capazes de impactar diretamente na vida do usuário, sendo assim, qualquer comando fora do premeditado pode trazer grandes riscos. Segundo Wegner (2021), as empresas que utilizam IoT aumentaram seus gastos com segurança em 40,3% no ano de 2020, pois invasões que foram noticiadas aumentaram a conscientização acerca da importância da proteção dos dispositivos.

De acordo com Albors (2018), estudos preveem entre 2018 e 2023 um aumento de 300% no investimento em segurança para dispositivos IoT. Problemas com a privacidade são os mais comuns nos dispositivos atuais, apresentando lacunas em termos de segurança e permitindo que cibercriminosos tenham acesso a dados sensíveis.

Segundo Atlam, Walters e Wills (2018) um fator importante a ser levado em consideração, é a manutenção dos dispositivos. O autor ressalta que muitos fornecedores saem do mercado e, assim, os dispositivos podem conter erros que ninguém é capaz de solucionar. Além disso, esses autores pontuam que muitos fornecedores não se preocupam com as atualizações dos dispositivos para plataformas recentes, tornando os dispositivos fracos no quesito de segurança.

Desta forma, os possíveis problemas com dispositivos IoT podem ser sumarizados em falta de escalabilidade, falta de segurança na informação, problemas com a privacidade e problemas com a manutenção dos dispositivos.

## 5.6 TECNOLOGIAS IOT APLICÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A partir dos conceitos já apresentados, é possível identificar algumas tecnologias compatíveis com o mundo da construção civil. Serão listadas abaixo algumas ferramentas tecnológicas disponíveis, sendo soluções em muitos desafios enfrentados pela indústria da engenharia civil.

- *Wearables* para EPI's: Segundo Mastrocola e Castro (2015), os *wearables devices* são dispositivos que operam na lógica de poderem ser vestidos pelo usuário. O autor complementa que a possibilidade desta tecnologia conseguir captar informações, monitorar e registrar aspectos do corpo do usuário forma um amplo e complexo ecossistema comunicacional. Atualmente, muitos relógios utilizam a tecnologia e marcam batimentos cardíacos, pressão sanguínea e contam a quantidade de passos que a pessoa caminha durante o dia. Dessa forma, uma boa aplicação, a fim de melhorar a qualidade e segurança no canteiro de obras, seriam as fitas inteligentes, nas quais são embutidas nos capacetes e detectam sinais de sono do trabalhador e, assim, enviam sinais de alerta para acordá-lo e notificam o supervisor, para que o mesmo retire o trabalhador do canteiro, evitando acidentes (LIMA, 2019);
- Etiquetas inteligentes: As etiquetas inteligentes utilizam a *Radio Frequency Identification* (RFID), que se trata de uma tecnologia sem fio, possuindo a capacidade de identificar objetos e pessoas por meio da utilização de etiquetas e identificação única. O sistema é composto por 3 itens básicos: etiqueta, leitor e um servidor (HUNT *et al*, 2007). Um exemplo da utilização deste dispositivo na construção civil, com o objetivo de controlar estoque e rastreá-lo em tempo real, seria a implantação das etiquetas nos itens de estoque. Assim seria possível melhorar a precisão de dados, diminuir os custos com reposições desnecessárias e determinar o endereçamento exato de cada equipamento etiquetado (RFIDBRASIL, 2017);
- Manutenção preditiva das máquinas: Se refere aquela que informa as reais condições de funcionamento das máquinas com base em dados que indicam os seus desgastes (SOUZA, 2011). Dessa forma, os sensores IoT permitem o acompanhamento das máquinas em tempo

real e facilita a gestão de manutenção. Além disso, com os sensores, é possível identificar o histórico do equipamento e, assim, analisar com precisão a qualidade do mesmo (TRACTIAN);

- Betoneira conectada: A empresa brasileira TIVIT, uma fornecedora de soluções digitais, desenvolveu a betoneira conectada. É composta por quatro sensores que monitoram a posição dos caminhões no mapa e, até mesmo, o lado para o qual a betoneira deles gira. Dessa forma se tem a noção se o concreto está sendo descarregado ou não. Com o uso da tecnologia a empresa Engemix conseguiu driblar o desafio logístico e dar estimativas de horários das betoneiras para que os clientes ficassem preparados para a concretagem. Na fase inicial a empresa utilizou a tecnologia em três caminhões e só no primeiro mês houve uma redução de 30% nas perdas (GUSMÃO, 2018);
- Controle de acesso ao canteiro de obras: A empresa Autodoc desenvolveu uma catraca

capaz de avaliar, em milésimos de segundos, se o colaborador possui a documentação completa e todos os treinamentos necessários antes de liberar o seu acesso à obra. Se houver qualquer divergência, como pendência de documento, treinamento expirado ou documentação vencida, o colaborador é bloqueado e fica impossibilitado de acessar o canteiro até que as pendências sejam resolvidas (AUTODOC, 2019);

- .Sensores lot para acompanhar a integridade das estruturas: A empresa GeOndas desenvolveu uma plataforma *web* capaz de acompanhar, em tempo real, a integridade de estruturas como pontes e viadutos, fazendo a utilização de sensores sem fio que detectam acelerações, deformações, vibrações, temperatura e posicionamento das construções (ZAPAROLLI, 2019). Dessa forma, a utilização da tecnologia IoT reduz os riscos de desastres, como o rompimento de barragens ou transtornos no trânsito (ZAPAROLLI, 2019).

Então, com alguns dispositivos exibidos, serão apresentados conceitos importantes no âmbito de projetos, e como a Internet das Coisas é capaz de apoiar em melhorias na Construção Civil.

## 5.7 A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA DA GESTÃO DE PROJETOS PARA AS ORGANIZAÇÕES

Segundo Kerzner (2001), o gerenciamento de projetos é um fator crítico para o sucesso de qualquer organização, uma vez que os projetos correspondem às atividades que resultam em produtos e serviços inovadores.

Atualmente, os projetos estão cada vez mais complexos e desafiadores. De fato, as atividades inteligentes são as que mais adicionam valores aos produtos e serviços e não as atividades rotineiras, isso explica o desenvolvimento de novas formas de gestão para melhor enfrentar esta realidade, sendo a gestão de projetos uma delas.

Para suprir a necessidade de respostas cada vez mais rápidas às adversidades encontradas nos projetos, foi preciso o desenvolvimento de novas abordagens de gestão. Dessa forma, novos estudos e técnicas surgem a cada dia para a evolução do assunto. Com isso, surge a necessidade das organizações que lidam com planejamento e desenvolvimento de projetos obterem familiaridade com os fundamentos dessa gestão.

Com o mercado cada vez mais competitivo, as empresas buscam por maior valor a seus produtos e serviços prestados aos clientes. Neste cenário, o aumento da qualidade, satisfação e eficiência nos processos contribuem para a garantia da sobrevivência das organizações.

Dessa forma, devido às constantes mudanças e transformações das empresas, as informações devem ser recebidas e interpretadas com alta velocidade. Por sua vez, o setor de Tecnologia e Informação fica encarregado de disponibilizar respostas imediatas a novas demandas de negócio. Tais demandas são traduzidas em projetos de TI.

Neste sentido, para Kerzner (2001) a sistematização das práticas de gerenciamentos de projetos auxilia no alcance dos objetivos organizacionais, tornando as empresas mais focadas em seus objetivos. Assim, o gerenciamento de projetos é capaz de contribuir com o sucesso dos projetos de TI, sendo eles de alta demanda.

É perceptível que se a organização se esforçar no sentido de obter um gerenciamento de projetos eficaz, organizado e sistematizado, a tendência é que seus projetos evoluam e amadureçam. Dessa forma, a fim de atingir esses

resultados, é necessário que esse processo se desenvolva de forma estruturada, aderindo o conjunto de conhecimentos em Gestão de Projetos já existentes.

Portanto, é perceptível que dispositivos da Internet das Coisas apoiam na gestão de projetos na Construção Civil, uma vez que a tecnologia possibilita o melhor acompanhamento da obra. Um exemplo seriam os sensores capazes de acompanhar as máquinas em tempo real, oferecendo a percepção da manutenção e localização.

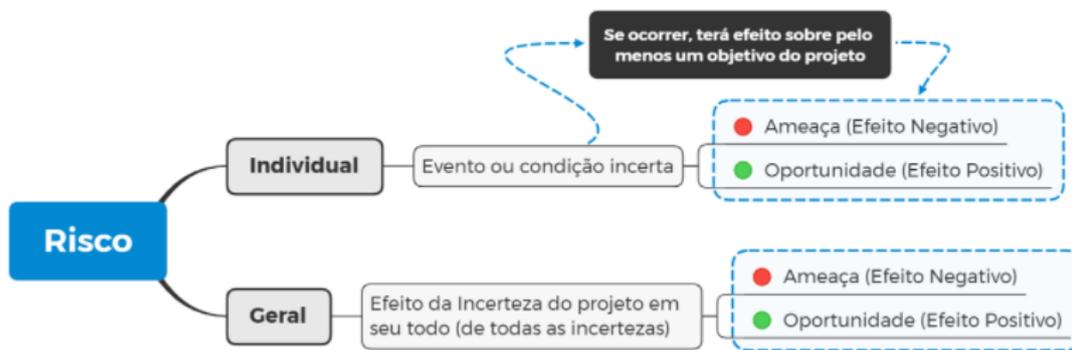
## 5.8 RISCOS EM PROJETOS

O risco, segundo o PMBOK (PMI, 2017), é um evento ou condição incerta que caso ocorra poderá impactar um ou mais objetivos do projeto. Esse impacto poderá ser por meio de uma ameaça (risco negativo) ou por meio de uma oportunidade (risco positivo).

Cavalieri e Dinsmore (2011) ratificam a definição do PMBOK e ressaltam as duas dimensões de um risco: probabilidade e impacto. Probabilidade é a chance de ocorrer e o impacto é a consequência sobre o objetivo do projeto, caso o evento seja realizado. Além disso, Cavalieri e Dinsmore (2011) entendem que um projeto é um ambiente de diversas incertezas que no início do projeto são maiores e vão diminuindo conforme o projeto se desenvolve, por outro lado os impactos dos riscos aumentam ao passo que o projeto vai chegando às fases finais.

Além disso, há o conceito de risco individual do projeto e risco geral do projeto, conforme apresentado na figura 2. O risco individual é conceituado como um evento ou condição incerta que, caso ocorra, impactará em pelo menos um objetivo (por exemplo, custo, tempo, escopo) do projeto positivamente (oportunidade) ou negativamente (ameaça) (PAIM, 2020). Já o risco geral do projeto é o efeito da incerteza do projeto em sua totalidade, decorrente das fontes de incerteza (PAIM, 2020).

**Figura 2** - Definição de risco individual e geral



Fonte: Paim, 2020

Ademais, existem os riscos conhecidos e desconhecidos. Os riscos conhecidos são os identificados que devem ser inicialmente gerenciados, já os riscos desconhecidos não possuem ações prévias para o seu tratamento. Em projetos trabalha-se com os riscos conhecidos estabelecendo uma resposta para cada um destes riscos caso ocorram (PAIM, 2020).

O PMBOK (PMI, 2017, p. 723) menciona os riscos residuais que continuam a existir mesmo após ter sido implementada uma resposta a eles e ainda os riscos secundários que surgem em função da direta implementação de uma ação de resposta aos riscos.

Dessa forma, a Internet das Coisas é eficaz na diminuição de incertezas, reduzindo a probabilidade e atuando diretamente em riscos conhecidos. Um exemplo de dispositivos seriam os wearables para EPI's, nos quais operam diretamente na segurança do canteiro, evitando acidentes de trabalho.

## 5.9 RISCOS E GERENCIAMENTO DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Casaque et al. (2003) descrevem as atividades da indústria da Construção Civil como sendo “orientados por projetos”. Essa definição faz sentido quando se pensa nas partes interessadas dessa indústria, desde clientes e construtores até projetistas e fornecedores. De fato, serviços de construção resultam em produtos únicos com desenvolvimento e duração finitos.

Segundo Silva (2012),

a indústria da construção, mais do que qualquer outra indústria, encontra-se sujeita ao risco. Isto vem a acontecer, pois essa área possui diversas peculiaridades que impedem que seja possível estabelecer exatidão no desenvolvimento dos projetos. Existem sempre situações que não foram previstas e sobre as quais é necessário atuar, para que os objetivos finais não sejam alterados. Esta imprevisibilidade, assim como a complexidade dos projetos e a exigência cada vez maior dos clientes tornam essenciais o estudo e a análise dos riscos. Para a gestão de projetos as consequências dos riscos mais alarmantes são:

- O não cumprimento do orçamento estipulado;
- O não cumprimento do tempo de projeto designado;
- A falha na manutenção da qualidade acordada.

Dessa forma, é possível observar que o tempo, custo e qualidade são diretamente afetados quando há a falha na gestão de riscos em projetos de engenharia civil. Com isso, é importante analisar riscos, dando a prioridade aqueles que têm maior incidência de acordo com a natureza do projeto construtivo e assim haja uma gestão adequada em função da trílice (tempo, custo e qualidade) dos serviços prestados na construção civil.

De acordo com Borges e Phillyppis Júnior (2020), é possível identificar algumas fontes de riscos em projetos na construção civil, sendo elas:

- Não compreensão integral do empreendimento;
- Estabelecimento inadequado de funções e prestação de serviços;
- Falta de qualificação de mão de obra;
- Projetos inacabados, falhas de representação nos projetos ou, inclusive, a ausência do projeto no estabelecimento das propostas;
- Avaliação incorreta de tempo e qualidade do negócio;
- Falta de experiência em relação aos aspectos ambientais no local de inserção do projeto;
- Logística ineficiente para a recepção de materiais e fornecimento inadequado

Segundo Silva e Alencar (2013), é comum que as grandes empresas no ramo da construção civil, durante a inicialização do projeto optem por identificar riscos, criando uma lista detalhada (variando conforme o grupo envolvido) e trabalhar com base na matriz de risco. A partir disto, é possível proporcionar a representação de escalas probabilísticas de ocorrência, contingenciamento de prazos e custos agrupados ao contrato e à proposta, bem como a determinação de critério para o acordo de garantias para o negócio (SILVA; ALENCAR, 2013).

Silva e Alencar (2013) apontam que os riscos não devem ser tratados somente na fase inicial da proposta, já que não promove segurança e eficiência. A identificação dos riscos deve ser repetida durante todo o ciclo de vida da construção, desde a concepção até o término das atividades.

Durante o processo construtivo, dos projetos da construção civil, ocorrem aparições de diversos riscos, e então se faz necessário realizar um cronograma contendo o levantamento dos riscos. Este procedimento precisa sofrer repetição, principalmente na transição entre planejamento e execução para a identificação de novos riscos e a partir disto tomar as providências adequadas para o monitoramento e controle dos mesmos (ORSOLINI, 2017).

Além disso, a repetição do processo de identificação dos riscos deve ocorrer inúmeras vezes, variando de acordo com a ordem, o grau e a natureza do projeto de construção civil, compreendendo-se que esses critérios devem ser intermediados e determinados pelo gestor do empreendimento e, dessa forma, os objetivos finais da obra sejam alcançados de forma segura e eficaz (ORSOLINI, 2017).

Segundo Borges e Phillyppis Júnior (2020), o planejamento de resposta aos riscos nos projetos de construção civil não é um procedimento trivial por conta do envolvimento dos subcontratados. A autora ressalta que a maior especificidade da indústria de projetos de construção é o uso intensivo de produtos de seguros como principal instrumento de transferência de riscos. Dessa forma, é necessário que todas as organizações, indivíduos ou partes direta ou indiretamente envolvidos com o projeto avaliem e decidam sobre as certificações de seguro coerentes com determinadas circunstâncias (BORGES; PHILLYPPIS JÚNIOR, 2020).

De acordo com Silva (2008), para que o monitoramento e controle de riscos sejam efetuados de forma adequada, é preciso entender algumas particularidades. Segundo o autor, as distinções políticas, culturais, climáticas, de infraestrutura dos

municípios e estados do Brasil encaminham-se a ampliar os riscos dos processos executivos de obras em comparação com as condições locais.

Dessa forma, segundo o guia PMBOK, existem ações de precaução que possuem a meta de evitar que a falha aconteça ou promover a atenuação do efeito, onde também há o controle e monitoramento dessas ações preventivas. Com base nas definições dessas ações, é possível amplificar as oportunidades, obtendo benefícios caso se realizem os riscos positivos (PMI, 2016).

Segundo Borges e Phillyppis Júnior (2020), é importante ressaltar que cada projeto de construção, independente da sua complexidade ou dimensão, encara constantemente situações incertas por conta de fatores comuns à indústria da construção civil, sendo elas:

- Longa duração e horários agressivos;
- A natureza dinâmica do local de trabalho e o ambiente de mudança;
- Processos técnicos complexos;
- Locais abertos altamente expostos e agentes ambientais;
- Mão de obra não qualificada;
- Escassez de material;
- Diferentes organizações envolvidas ativamente no projeto de construção com diferentes objetivos, interesses e expectativas;
- Muitos trabalhos são de interesse público;
- Mudança nos preços dos materiais e
- Requisitos regulamentares.

O processo de controle dos riscos utiliza dados de desempenho produzidos ao longo do processo executivo do projeto para avaliar quanto:

- As soluções aos riscos efetuadas são eficazes;
- O nível global de risco do projeto teve mudanças;
- O estado dos riscos particulares encontrados no projeto teve mudanças;
- Ao surgimento de novos riscos particulares do projeto;
- O comportamento da gestão dos riscos ainda é adequado;
- Os princípios do projeto ainda são pertinentes;
- Os processos e as políticas da gestão de riscos estão sendo respeitados;

- As retenções de contingência para cronogramas e despesas necessitam ser alteradas e
- A metodologia do projeto ainda é considerável (PMBOX, 2017).

O gerenciamento de riscos nos projetos de construção civil é um processo dinâmico e todos os seus procedimentos precisam ser proativos e realizados continuamente durante o ciclo de vida do projeto (PMBOK, 2016). Além disso, o registro dos riscos tem a necessidade de ser revisto periodicamente, os riscos encontrados devem ser reavaliados, os dados de risco do projeto devem ser renovados e as ações de resposta ao risco e medidas de controle precisam ser avaliadas e monitoradas (PMBOK, 2016).

Portanto, as reuniões de risco precisam ser realizadas de forma regular e, assim, estabelecer revisões de risco; atualização do estado dos riscos; repetição do procedimento de identificação, análise e planejamento de resposta (PMBOK, 2016). A comunicação com as partes interessadas do projeto é de suma importância para analisar, de forma periódica, o nível aceitável do risco no projeto (PMBOK, 2016).

Então, o gerenciamento de riscos em projetos de construção civil pode ser realizado adequadamente, levando-se em conta os critérios, respeitando as etapas gerenciais e repetindo-as para que haja uma boa coordenação do projeto, desde a concepção até o processo executivo.

Desse modo, o gerenciamento de riscos na etapa de execução pode ser facilitado com a intervenção da tecnologia IoT. Dispositivos como as etiquetas inteligentes apoiam na diminuição de roubos e extravios na obra e, além disso, é capaz de monitorar o risco de caso algum produto não possua estoque, o próprio sistema IoT gera planilhas listando produtos necessários a serem adquiridos (PILAR et al, 2019).

Por fim, é possível apontar, conforme o quadro 1, as vantagens levantadas na literatura.

**Quadro 1 - Vantagens da utilização da IoT**

<b>VANTAGENS</b>
Melhoria da qualidade do canteiro de obras

Melhoria da segurança do canteiro de obras
Melhoria na precisão de dados no estoque do canteiro de obras
Diminuição os custos com reposições desnecessárias no estoque do canteiro de obras
Determinação do endereçamento exato de cada equipamento
Otimização no uso do maquinário
Acompanhamento das máquinas em tempo real
Otimização do tempo
Menor perda de materiais
Melhor produtividade dos colaboradores
Controle de acesso ao canteiro de obras
Redução de desastres
Acompanhamento em tempo real da integridade das estruturas

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

## 5.10 AMEAÇAS COMUNS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme mencionado no item anterior, Borges e Phillyppis Júnior (2020) pontua que todos os projetos de construção encaram ameaças comuns, independente da dimensão. Dessa forma, é coerente identificá-los para o complemento da pesquisa.

Os desvios de custos e prazos em comparação aos valores definidos inicialmente pelos empreendedores têm sido ameaças recorrentes em diversos países, principalmente entre os emergentes (SANTOS; STARLING; ANDERY, 2015).

Para Alaghbari, Kadir e Ernawati (2007), o atraso do escopo é um dos maiores riscos da indústria da construção, ocorrendo em empreendimentos de todas as magnitudes nos dias atuais. O atraso da obra tem como consequência a

extensão do prazo final, porém com o intuito de diminuir esta falha, as construtoras escolhem ter custos extras e por muitas vezes a qualidade do empreendimento é afetada (PATLHOTA, 2016).

Além disso, Maia (2014) mostra que o ramo da construção civil, apesar de ser muito importante para a economia brasileira, também é um dos setores com maior número de acidentes de trabalho. Dessa forma, o autor menciona que a utilização de técnicas que visem a implantação de medidas de segurança no trabalho é muito importante para o setor.

Silveira et al. (2002) pontuam a importância da melhoria da qualidade no setor da construção, principalmente numa indústria que necessita de se manter competitiva no mercado. Assim, a falta de qualidade no empreendimento pode acarretar ao retrabalho, insatisfação do cliente e perda da credibilidade.

Macedo (2017) pontua que, além da falta de qualidade, erros de projeto, erro de gestão e erros de caráter humano podem resultar em patologia nas edificações. Podendo, então, trazer como consequência o desconforto ao cliente, falta de segurança da estrutura e problemas à saúde humana. Neste contexto, além da atenção com a qualidade, é interessante acompanhar a integridade da estrutura.

Outra ameaça identificada é a má gestão de estoques. Corrêa, Giansi e Caon (2007) apontam que “hoje, entendemos de forma mais clara que o que devemos buscar incessantemente é não ter uma gama a mais de estoques do que a quantidade estritamente necessária estrategicamente”. Um dos pontos cruciais, dentro da gestão de estoque, definido por Lustosa et al. (2008) é saber quais produtos do estoque necessitam de reposição, quando essa reposição deverá ser realizada e em quais quantidades. Esta questão é levantada, pois caso haja a falta de algum material, a produção pode sofrer interrupção. Dessa forma, não é envolvido apenas o tempo desperdiçado, mas também envolve a mão-de-obra ociosa. Por outro lado, se a quantidade de reposição for exagerada, o custo com a armazenagem também irá aumentar. Conclui-se, então, que esse ponto crucial de reposição levantado pelo autor está diretamente ligado aos custos da empresa.

Kardec e Nascif (2001) definem manutenção preditiva como “a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Para Branco Filho (2008) é a técnica de manutenção mais recomendada para situações onde o custo da falha é grande. Levando-se em conta que a falha de equipamentos na execução da obra poderia

afetar diretamente o prazo e custo da obra, a manutenção preditiva se torna essencial, pois ela prediz as condições dos equipamentos.

Ademais, outro problema bastante discutido na engenharia civil é o desperdício e perda de materiais, segundo Souza (2005), as perdas físicas relacionadas a materiais ocorrem sob três naturezas diferentes: furto ou extravio, entulho e incorporação. Dessas três naturezas mencionadas, o furto pode ser minimizado com o controle de entrada e saída de materiais e pessoas. Percebe-se, então, que a segurança no canteiro de obras é essencial para que não ocasione maiores custos à construtora.

A partir das ameaças descritas acima, foi possível elaborar o quadro 2 com os riscos conhecidos e individuais apontados e que, de acordo com as classificações de riscos levantados por Cavaliere e Dinsmore (2011), podem ser classificados como riscos de gerência de projeto.

**Quadro 2 - Riscos comuns na construção civil**

<b>RISCOS COMUNS NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>
Não cumprimento do orçamento estipulado
Atraso na execução do cronograma
Acidentes de trabalho
Problemas de qualidade da construção
Erros no projeto
Problemas patológicos na estrutura
Problemas na gestão de estoque de materiais (falta de material ou estoque exagerado)
Falhas nos equipamentos durante a execução da obra
Furto/extravio na obra

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

## 5.11 MATRIZ SWOT

Por conta do ambiente altamente competitivo, as organizações adotam processos e ferramentas que tem por objetivo melhorar seus resultados e ajudam nas tomadas de decisões. Dessa forma, o planejamento estratégico abre caminho para a inovação competitiva nas empresas, segundo Fischmann e Almeida (1991), o

planejamento oferece à entidade identificar o meio que está inserida, além de descobrir o melhor caminho para o cumprimento do seu objetivo.

Com isso, desenvolveu-se a análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*) ou FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), uma ferramenta capaz de diagnosticar o cenário, informando aos gestores os pontos fortes e fracos de uma organização e evidenciando fraquezas e ameaças, possibilitando melhorias internas e externas (SILVEIRA, 2001). De acordo com Chiavenato e Sapiro (2009), a sustentação da matriz SWOT se dá pela intersecção de ameaças e oportunidades externas.

Dessa forma, a figura 3 demonstra como a matriz SWOT funciona, mostrando os pontos internos e externos da organização.

**Figura 3 - Matriz SWOT**



Fonte: Medeiros, 2016

Para Silva et al. (2011), a análise SWOT é de extrema importância na organização, pois a ferramenta proporciona aos colaboradores uma visão clara e objetiva dos seus pontos fortes e fracos no ambiente interno e externo da empresa.

Segundo Oliveira (2004), o processo de composição da matriz SWOT se dá pela análise prévia levando em consideração quatro componentes que são de fundamental importância para um diagnóstico estratégico adequado:

- Pontos fortes: Variáveis internas que são possíveis de ser controladas pelos colaboradores e ajudam a manter o ambiente interno da organização favorável;

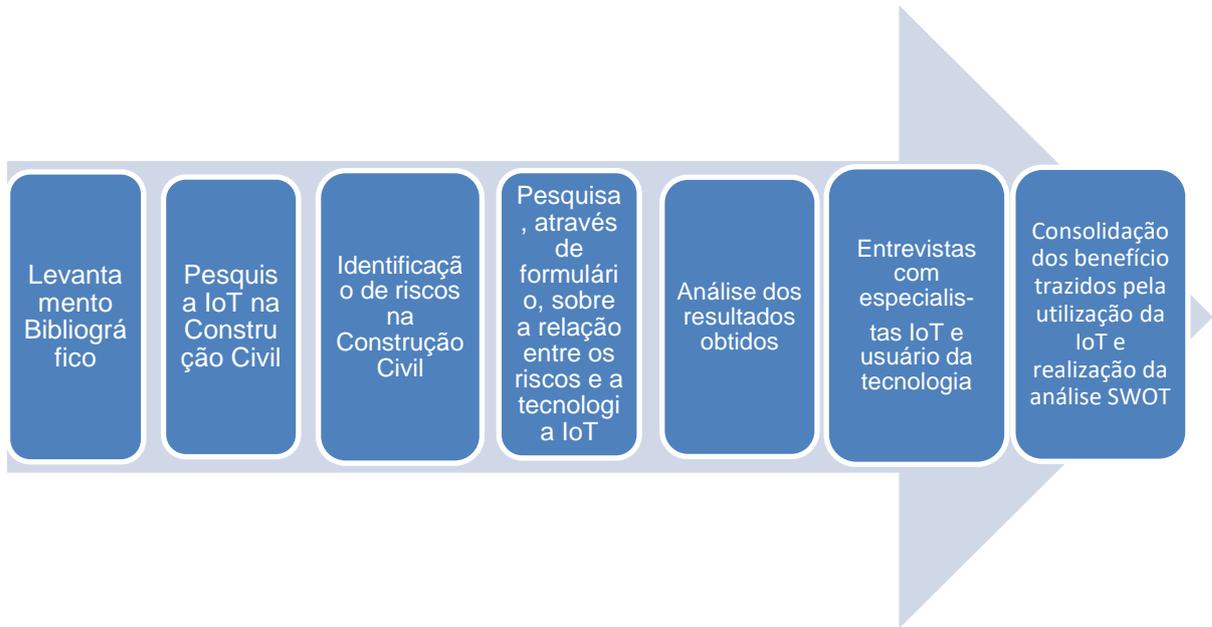
- Pontos fracos: Variáveis internas que são possíveis de ser controladas pelos colaboradores, porém causam desconforto na empresa;
- Oportunidades: Variáveis externas à organização que não podem ser controladas, porém se forem usufruídos são capazes de trazer benefícios para os colaboradores;
- Ameaças: Variáveis externas que nunca podem ser controladas pelos gestores e vão sempre contra a missão da empresa.

O objetivo da análise SWOT, de acordo com Chiavenato e Sapiro (2009), é cruzar as oportunidades e as ameaças externas com seus pontos fortes e fracos internos. Dessa forma, para um projeto de implementação de uma tecnologia IoT na construção civil, a análise SWOT poderá apoiar em decisões e servir como ferramenta na gestão estratégica competitiva a partir dos quatro componentes levantados.

## **6. METODOLOGIA**

A metodologia desta pesquisa utilizará uma abordagem exploratória, qualitativa e será concretizada por uma pesquisa de campo. Será composta pelos seguintes passos de acordo com a figura 5: 1) levantamento bibliográfico; 2) Pesquisa de utilização de IoT em empresas de engenharia civil; 3) Identificação de riscos comuns na Construção Civil; 4) Aplicação do formulário que aborda a relação entre os riscos e a tecnologia IoT; 5) Análise dos resultados obtidos do questionário aplicado; 6) Consolidação dos benefícios trazidos pela utilização da IoT e realização da análise SWOT. A figura 4 apresenta a metodologia proposta em seis etapas.

**Figura 4 - Metodologia Proposta**



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O passo 1 foi realizado através do Portal Periódicos CAPES/MEC, com as seguintes árvores de palavras-chave: Inicialmente foi sugerida a primeira árvore de palavras-chave (IoT) AND (Construction sites) AND (Project Management) e, posteriormente, a segunda árvore de palavras-chave (IoT) AND (Building) AND (Project management) para que fosse possível realizar a busca por assunto. No primeiro momento, foram reportadas 872 ocorrências para a primeira árvore e 5638 para a segunda árvore e, a partir disto, foi possível refinar os resultados.

Para a primeira árvore de palavras-chave, o primeiro filtro utilizado foi para mostrar somente periódicos revisados por pares, sendo assim, foram reportadas 802 ocorrências. O segundo refino aplicado foi para que retornasse somente os artigos, e com isso, foram devolvidos 788 documentos. O terceiro filtro aplicado foi nos tópicos de interesse, os escolhidos, da primeira opção, foram: *Engineering, internet of things, sustainability, smart cities, industry 4.0, energy efficiency* e *IoT*, retornando, então, 335 ocorrências. Além disso, foi selecionado o período de data de publicação de 2016 até 2021, resultando em 304 artigos.

Para a segunda árvore de palavras-chave, o primeiro filtro utilizado foi para mostrar somente periódicos revisados por pares, sendo assim, foram reportadas 5161 ocorrências. O segundo refino aplicado foi para que retornasse somente os artigos, e com isso, foram devolvidos 5089 documentos. O terceiro filtro aplicado foi

nos tópicos de interesse, os escolhidos foram: *Engineering, Internet of Things, Sensors, Artificial Intelligence, Cloud Computing, Communication, Internet, IoT, Industry 4.0 e Internet of Things (IoT)* retornando, então, 2920 ocorrências. Além disso, foi selecionado o período de data de publicação de 2016 até 2021, resultando em 2595 artigos.

Além disso, foram feitas outras pesquisas no Google Acadêmico em busca de mais materiais como: livros, documentos e artigos.

O passo 2 da metodologia proposta é a pesquisa de utilização de IoT em empresas de engenharia civil. Para isso, foi realizada uma pesquisa na Internet dos dispositivos disponíveis no mercado brasileiro para utilização no ramo estudado.

O passo 3 da metodologia proposta consiste na pesquisa das ameaças comuns no setor da construção civil, independente do porte da empresa. Nesta etapa, a pesquisa é realizada na internet através de artigos e livros.

O passo 4 é a pesquisa para coleta de dados em relação a correlação entre a utilização de dispositivos IoT e os riscos vivenciados na construção civil. Para isso foi proposto um questionário divulgado por meio das redes sociais (*LinkedIn*, grupos profissionais no *Whatsapp*, *Instagram* e *E-mail*) e permaneceu aceitando respostas por 10 dias, totalizando em 116 respondentes. Vale ressaltar que o questionário foi divulgado para pessoas e grupos relacionados à engenharia civil, para que fosse possível atingir o objetivo do estudo. O questionário encontra-se no apêndice A desta pesquisa. O mesmo foi pré-validado com 3 respondentes em uma empresa do ramo da construção civil para os ajustes necessários. O formulário possuiu 22 seções e possui a seguinte estrutura:

- Seção 1: Apresentação da autora e autorização para participação na pesquisa;
- Seção 2: Seleção da faixa etária;
- Seção 3: Seleção do gênero;
- Seção 4: Seleção do estado brasileiro onde trabalha;
- Seção 5: Seleção se trabalha ou já trabalhou no ramo da construção civil.
- Seção 6: Caso a seção 5 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona o tempo de trabalho na construção civil;

- Seção 7: Caso a seção 5 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona a última função desempenhada na construção civil;
- Seção 8: Caso a seção 5 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona o porte da empresa na qual trabalha ou já trabalhou;
- Seção 9: Caso a seção 5 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona se utiliza ou já utilizou a tecnologia IoT no ramo da construção civil;
- Seção 10: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona qual dispositivo IoT utiliza ou utilizou em seu emprego na construção civil;
- Seção 11: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona as ameaças vivenciadas na construção civil;
- Seção 12: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona o grau de contribuição da IoT para mitigar riscos negativos na construção civil;
- Seção 13: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona os dispositivos IoT capazes de mitigar as ameaças enfrentadas pela construção civil;
- Seção 14: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona o grau de contribuição da IoT para aumentar as oportunidades na construção civil;
- Seção 15: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona os dispositivos IoT capazes de aumentar as oportunidades na construção civil;
- Seção 16: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona o grau de importância de cada dispositivo IoT mencionado;
- Seção 17: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona três dispositivos que ele escolheria para ter na própria empresa;

- Seção 18: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Sim”, nesta seção o respondente seleciona três dispositivos que ele não escolheria para ter na própria empresa;
- Seção 19: Caso a seção 9 tenha sido selecionada como “Não”, nesta seção o respondente seleciona o(s) motivo(s) pela não utilização de tecnologia IoT;
- Seção 20: Seção que finaliza o questionário, contendo um campo onde o respondente poderia opinar, expor ideias e deixar o e-mail para o recebimento do trabalho;
- Seção 21: Seção que finaliza o questionário no caso da seção 5 ter sido selecionada como “Não”, onde há o agradecimento não existindo o campo para o respondente expor ideias.

O passo 5 se refere à compilação dos resultados obtidos no questionário. Para o tratamento dos dados, utilizou-se o *Software Excel* para que fossem realizados os gráficos.

O passo 6 é a entrevista com dois especialistas em IoT e um gerente de uma grande empresa que se beneficia do uso da internet das coisas. O objetivo foi realizar uma triangulação de dados para um melhor embasamento das análises dos resultados.

O passo 7 da metodologia é a descrição dos resultados obtidos. Neste caso, foram consolidados e analisados todos os riscos reportados e todos os dispositivos de tecnologia IoT utilizados pelos respondentes, avaliando os benefícios que os dispositivos foram capazes de oferecer. Além disso, julgou-se necessário entrevistar especialistas no assunto e profissionais de construção civil para que oferecessem seus pontos de vista em relação aos resultados obtidos. Por fim, foi possível inferir um grau de contribuição que a tecnologia pode gerar como benefício para a construção civil.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 RESULTADO BIBLIOGRÁFICO

A partir do processo de filtragem demonstrado no capítulo de metodologia, foram selecionados alguns artigos pela leitura do resumo em ordem decrescente de relevância. Os artigos selecionados como base para o estudo estão descritos no quadro 3.

**Quadro 1** - Artigos selecionados no Portal Periódicos CAPES/MEC

<b>(IoT) AND (Construction sites) AND (Project Management)</b>			
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Revista</b>
IoT-based detecting, locating and alarming of unauthorized intrusion on construction sites	Jin, Rui; Zhang, Hong; Liu, Donghai; Yan, Xuzhong	2020	Automation in Construction
Technology 4.0 for buildings management: From building site to the interactive building book	E. Laurini, M. Rotillio, M. Lucarelli, P. de Berardinis	2019	The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences
Airport project delivery within BIM-centric construction technology ecosystems	Keskin, B., Salman, B. and Ozorhon, B.	2020	Engineering, Construction and Architectural Management
Quantitative review of construction 4.0 technology presence in construction project research	Pia Schönbeck, Malin Löfsjögård and Anders Ansell	2020	Buildings
Framework for an IoT-based shop floor material management system for panelized homebuilding	Wang, Meng; Altaf, Mohammed Sadiq; Al-Hussein, Mohamed; Ma, Yongsheng	2020	International journal of construction management
Innovative solutions in construction industry. Review of 2016–2018 events and trends	Kapliński, Oleg	2018	Engineering Structures and Technologies
Development of intelligent prefabs using IoT technology to improve the performance of prefabricated construction projects	Zhao, Linlin; Liu, Zhansheng; Mbachu, Jasper	2019	Sensors (Basel, Switzerland)
An IoT-based risk warning system for smart libraries	Xie, Yi; Liu, Jia; Zhu, Shufan; Chong, Dazhi; Shi, Hui; Chen,	2019	Library hi tech

<b>(IoT) AND (Construction sites) AND (Project Management)</b>			
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Revista</b>
	Yong		
Worker 4.0: The Future of Sensored Construction Sites.(Communication)	Calvetti, Diego; Meda, Pedro; Goncalves, Miguel Chichorro; Sousa, Hipolito	2020	Buildings
Internet of things is there a new technological position?	Santos, Carlos Cesar; Sales, Jefferson De Araujo	2018	International Journal of Innovation
Wireless Positioning in IoT: A Look at Current and Future Trends	Silva, Pedro; Kaseva, Ville; Lohan, Elena	2018	Sensors
<b>(IoT) AND (Building) AND (Project management)</b>			
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Revista</b>
IoT based smart building monitoring system	Saša Salapura	2019	STED Journal
Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards	Dave, Bhargav; Kubler, Sylvain; Framling, Kary; Koskela, Lauri	2016	Automation in Construction
Building Information Modelling (BIM) and the Internet-of-Things (IoT): A Systematic Mapping Study	Baydaa Hashim Mohammed	2020	IEEE Access
Prefabricated construction enabled by the Internet-of-Things	Zhong, Ray; Peng, Yi; Xue, Fan; Fang, Ji; Zou, Weiwu; Luo, Hao; Ng, S; Lu, Weisheng; Shen, Geoffrey; Huang, George	2017	Automation in Construction

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

## 7.2 RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

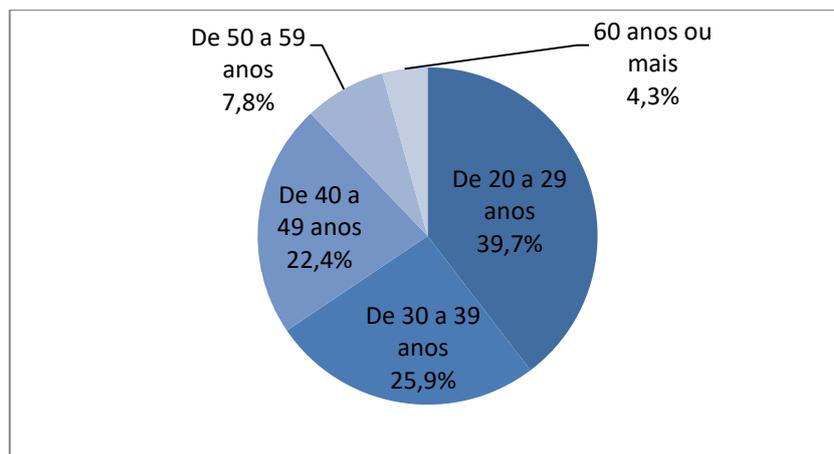
Para um diagnóstico coerente, que represente a realidade do setor da construção civil, toda a análise foi baseada nas informações obtidas nas perguntas do questionário e nos comentários enviados pelos entrevistados, no qual 100% dos respondentes aceitaram participar da pesquisa. Todas as tabelas das respostas se encontram no apêndice B deste trabalho.

### 7.2.1 PERFIL DOS RESPONDENTES

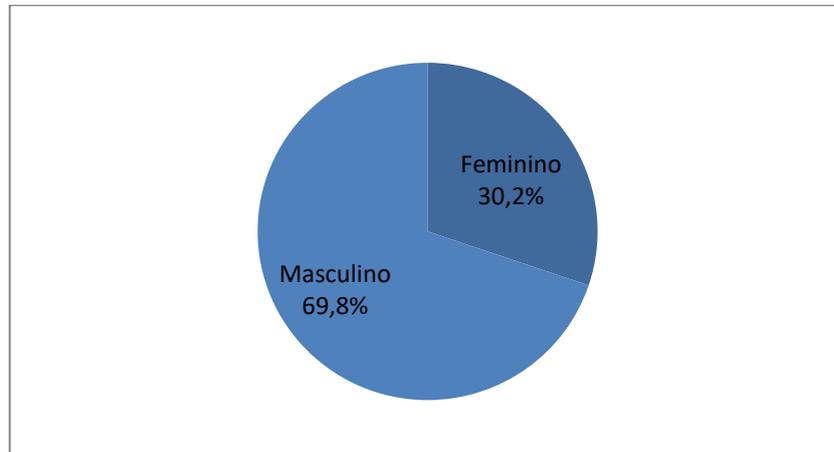
Primeiramente, foi possível analisar o perfil de todos os respondentes através das perguntas sobre faixa etária, sexo e local de trabalho.

Dessa forma, dos 116 entrevistados, a maioria possuía uma faixa etária entre 20 e 29 anos (39,7%), caracterizando um público jovem, do sexo masculino (69,8%), e que trabalham no estado do Rio de Janeiro (46,6%), de acordo com gráfico 1, gráfico 2 e gráfico 3.

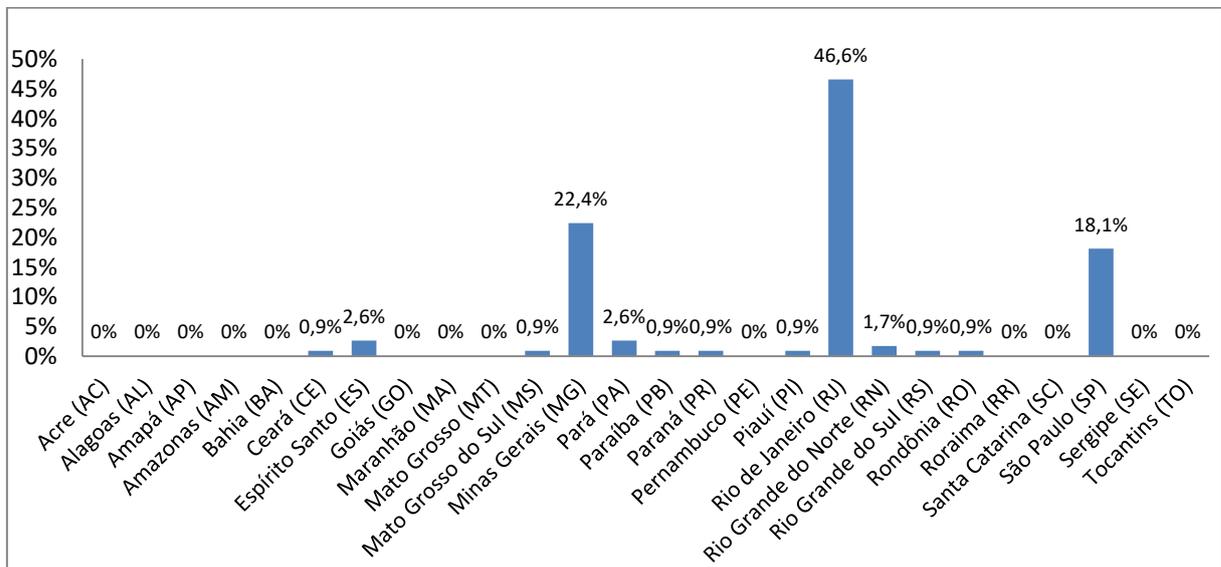
**Gráfico 1 - Faixa etária de todos os respondentes**



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 2 - Gênero de todos os respondentes**

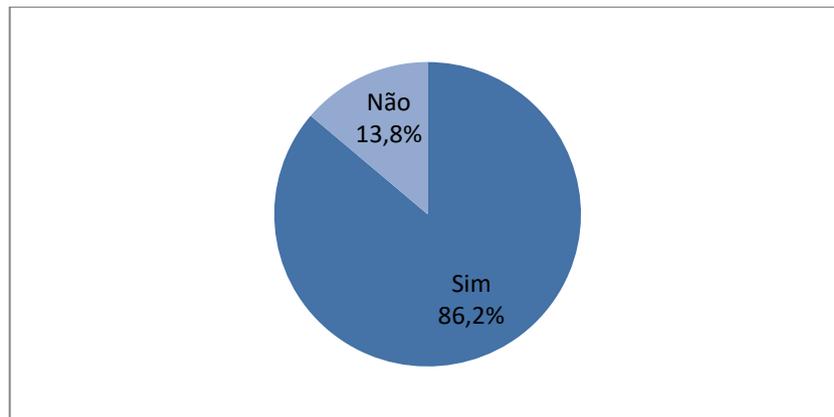
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 3 - Estado onde todos os respondentes trabalham**

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Com o objetivo de direcionar o estudo para a construção civil, a quarta pergunta foi formulada para que o entrevistado respondesse se trabalha ou já trabalhou no ramo especificado. O resultado mostrou que a maioria atua ou já atuou na indústria da construção civil (86,2%), conforme demonstrado no gráfico 4.

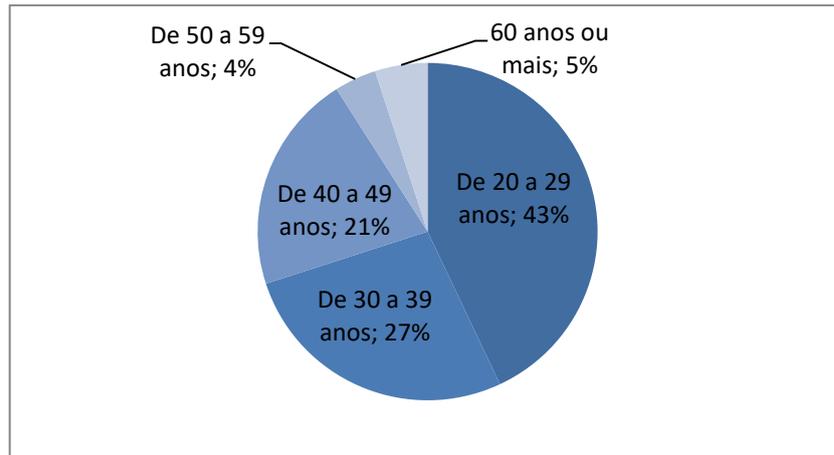
**Gráfico 4** - Porcentagem dos respondentes que trabalham ou não na construção civil



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

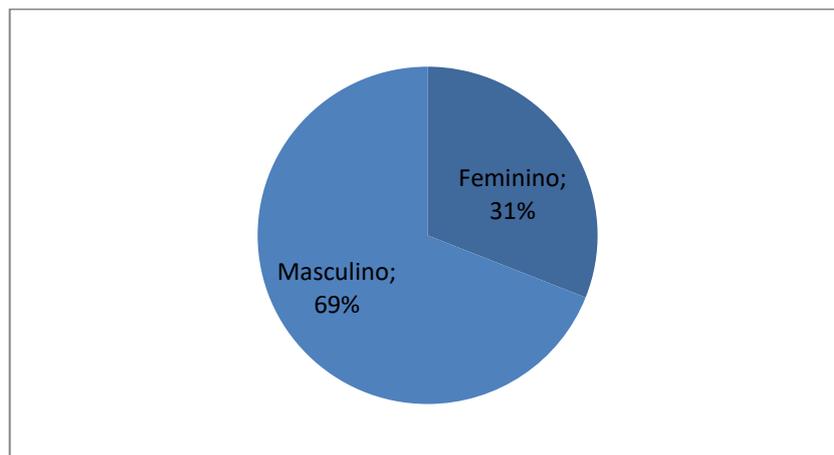
A partir deste dado, foi analisada cada resposta para que fosse possível traçar o perfil dos respondentes que atuam ou já atuaram na construção civil, pois estes fazem parte do público alvo. Dos 100 respondentes (86,2% do total) pertencentes a este perfil, a maioria encontra-se na faixa etária entre 20 e 29 anos (43%), pertence ao sexo masculino (69%), e trabalha no estado do Rio de Janeiro (50%), conforme gráfico 5, gráfico 6 e gráfico 7, respectivamente. Assim, fica evidente que o perfil não obteve mudanças bruscas após este filtro.

**Gráfico 5** - Faixa etária dos respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil



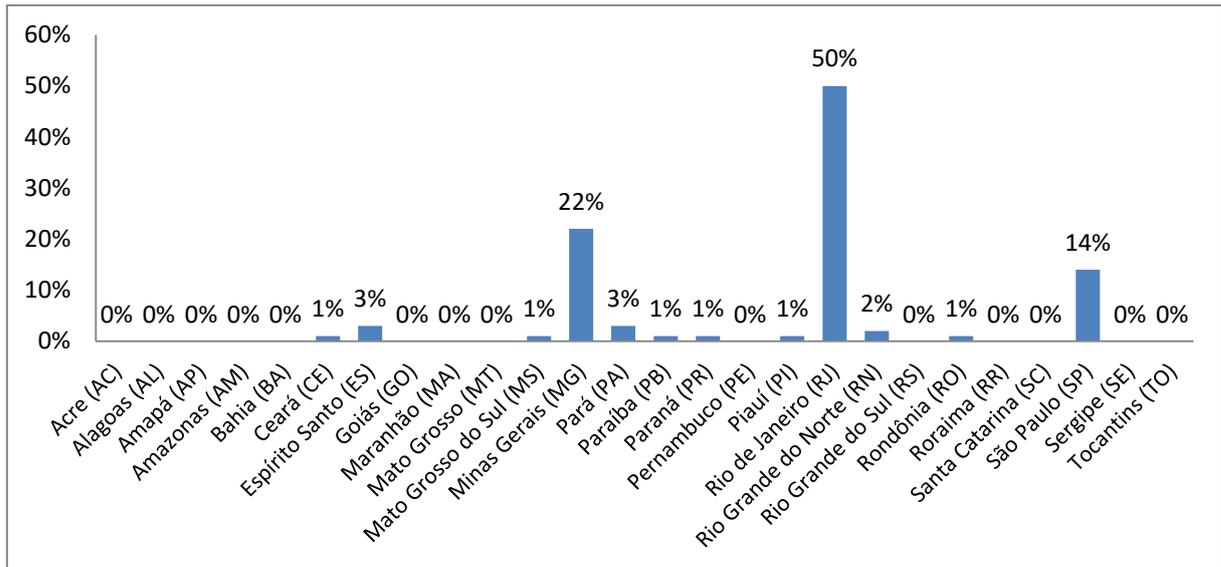
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 6** - Gênero dos respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 7** - Estado onde os respondentes que trabalham/trabalharam na construção civil trabalham

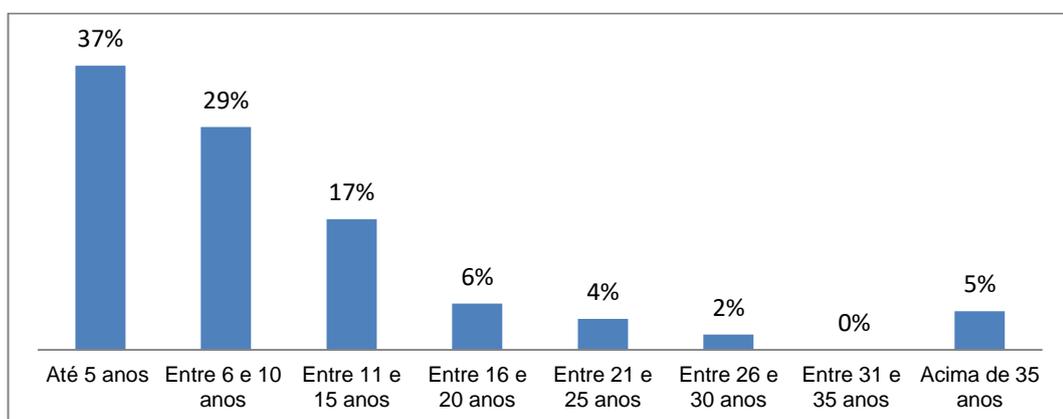


Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

As próximas três perguntas abordaram as características trabalhistas, indagando às pessoas, que atuam ou atuaram na construção civil, o tempo de trabalho, a última função executada e o porte da empresa. Vale ressaltar que o espaço amostral foi diminuído para 100 respondentes, após filtrar somente quem atua ou atuou no setor de objetivo da pesquisa.

Assim como apresentado no gráfico 8, percebe-se que a maioria dos respondentes são pessoas jovens em relação ao mercado de trabalho da construção civil (37%). Isto pode ter ocorrido já que o assunto da pesquisa desperta um público jovem, que é ávido por tecnologias e inovações.

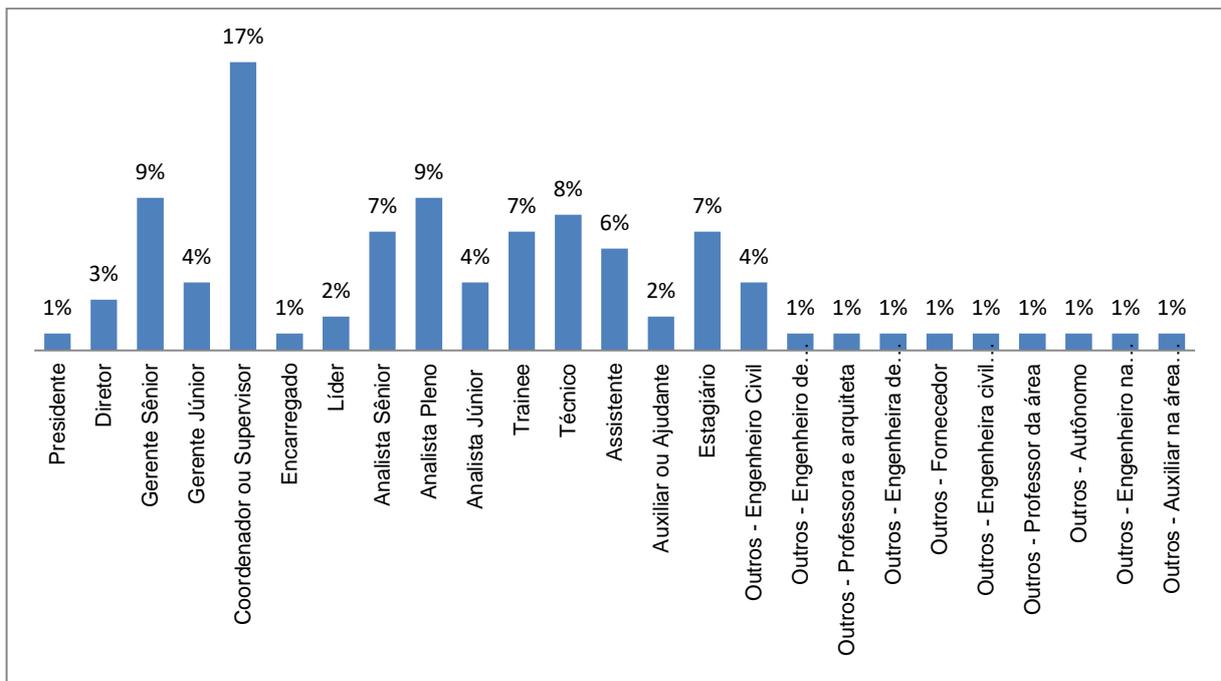
**Gráfico 8** - Tempo de trabalho dos respondentes na construção civil



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

De acordo com o gráfico 9, a maioria dos respondentes exerce ou exerceu como última função na construção civil o cargo de Coordenador ou Supervisor. Foi realizada uma análise das respostas e percebeu-se que em todas as faixas de tempo de trabalho na construção civil, exceto a faixa entre 26 e 30 anos e a faixa entre 31 e 35 anos, obtiveram pessoas que atua ou atuou no cargo de Coordenador e Supervisor, justificando o resultado. Este fato pode ser explicado pela faixa etária corresponder a variação de idade que uma pessoa atua nestes cargos em empresas de grande porte.

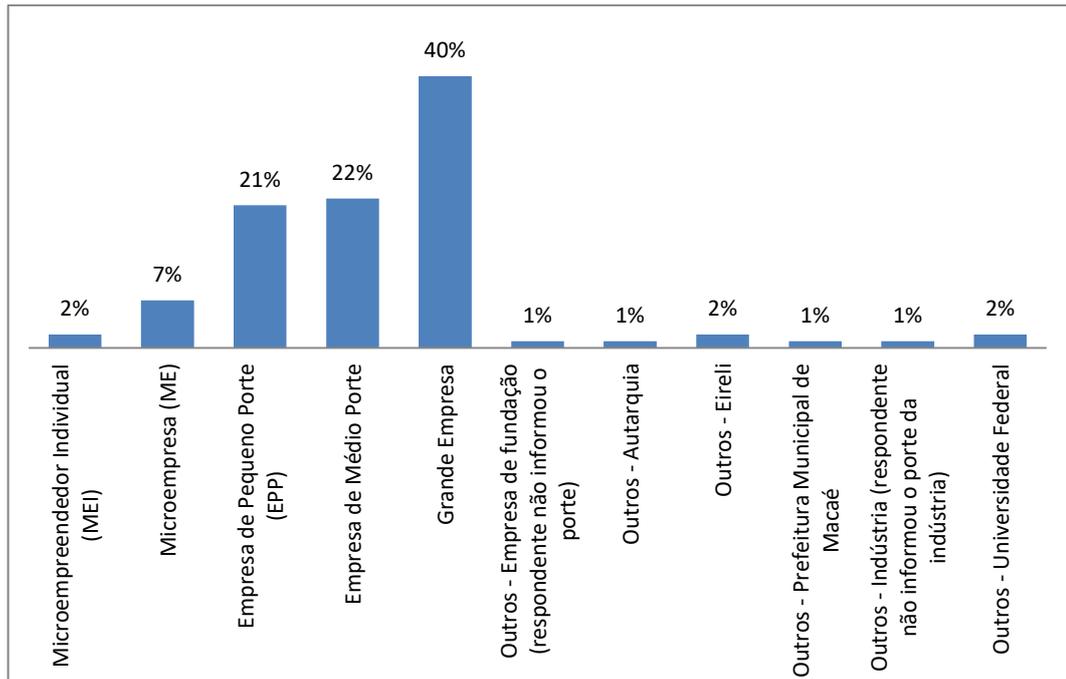
**Gráfico 9** - Última função dos respondentes no setor da construção civil



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Conforme o gráfico 10, o público respondente mostrou-se majoritariamente trabalhadores de empresas de grande porte.

**Gráfico 10** - Porte das empresas que os respondentes trabalham



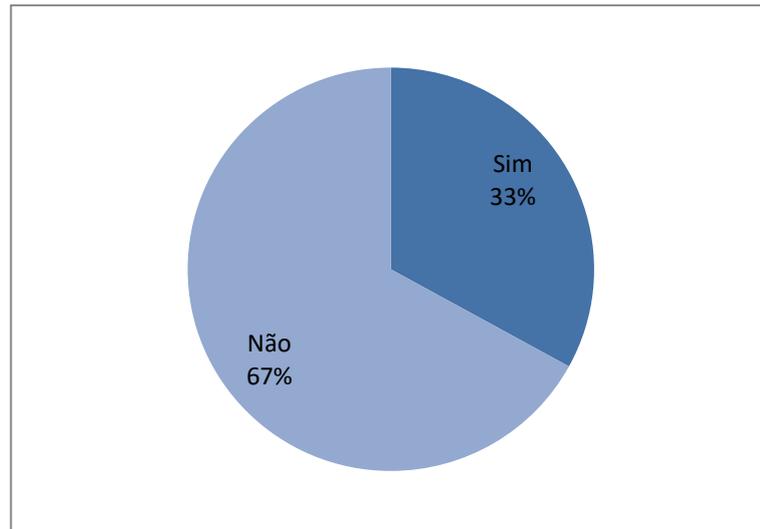
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### 7.2.2 RESPONDENTES QUE UTILIZAM IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para o alcance do público alvo, foi indagado aos respondentes atuantes na construção civil se utilizam dispositivos baseados na internet das coisas. Verificou-se que a maioria dos entrevistados não praticam o uso de IoT no trabalho (67%). Pela análise do resultado apresentado no gráfico 11, trata-se de um resultado esperado, pois a indústria da construção civil no Brasil é muito tradicional e caracterizada pela resistência a tecnologias e inovações, tornando-se um setor avesso à inovações.

Porém, mesmo com o empecilho das características retrógradas do ramo, obteve-se uma quantidade significativa de pessoas que utilizam a internet das coisas na construção civil, sendo 1/3 do espaço amostral.

**Gráfico 11** - Porcentagem dos respondentes que trabalham na construção civil e utilizam IoT



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### 7.2.3 MOTIVOS DA NÃO UTILIZAÇÃO DA IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para que fosse possível levantar os motivos da não utilização da IoT pela construção civil, os entrevistados que não usufruem da tecnologia em questão, puderam assinalar as opções nas quais representam a justificativa de não recorrer à internet das coisas para o uso no dia a dia do trabalho.

Em relação aos três maiores motivos responsáveis pela falta do consumo da IoT na construção civil de acordo com o gráfico 12, constata-se a falta de escalabilidade, o desconhecimento da tecnologia e os problemas com a manutenção do dispositivo.

A fim de obter um ponto de vista assertivo acerca dos desafios enfrentados pela Internet das Coisas, realizou-se uma entrevista com um especialista em IoT, indagando à respeito do *ranking* dos motivos para a não utilização da tecnologia. Este especialista, doravante denominado especialista 1, professor e consultor especialista em IoT, contribuiu com o seguinte argumento: “A percepção dos sujeitos expressa um retrato do quadro atual. Entretanto, a oferta de soluções em nuvem como serviços (xaaS<sup>1</sup>) orquestrados por algoritmos de inteligência artificial tende a transpor o desafio da escalabilidade, tornando a alocação de recursos

<sup>1</sup> “XaaS, ou *everything as a service*, representa um conjunto amplo de tecnologias que podem ser contratadas de maneira terceirizada, de acordo com a demanda do cliente e podem ser acessadas por dispositivos variados, sem a necessidade de instalação ou compra definitiva da solução.” (RIBEIRO, 2020).

computacionais de retaguarda (*backend*<sup>2</sup>) mais dinâmica e eficaz com boa relação de custo benefício. Espera-se que em um futuro próximo este quadro mude.”

Com isso, percebeu-se que o resultado está alinhado à realidade e com os relatos dos pesquisadores Atlam, Walters e Wills (2018), porém, há o apontamento para a superação do desafio. Além disso, o especialista 1 acrescentou um desafio não mencionado anteriormente, relacionado ao problema com a conectividade. O mesmo compartilhou o seguinte pensamento:

Um grande desafio que tenho observado é a conectividade, pois é preciso comunicar sensores / atuadores imersos na edificação (prédio, ponte, galpão, túnel, torre ou qualquer outra estrutura) à retaguarda de processamento / armazenamento e são vários possíveis cenários (rural, urbano, terrestre sendo superfície ou subterrâneo, aquático de superfície ou submerso, entre outros) e cada caso abre um leque de dificuldades e desafios (E1).

Ademais, o especialista 1 seguiu com um exemplo prático:

Vamos utilizar um caso simples: conectar sensores de água / luz / gás em um porão / subsolo apresenta maiores dificuldades de conexão do que se estivesse em uma área externa, no térreo. Ou então, um sensor emitindo sinais, colado em uma alvenaria, é diferente se estiver em uma estrutura metálica. Do ponto de vista técnico, ou de engenharia, exige-se competência para a escolha da opção adequada. E assim, recai na resposta de “falta de domínio da tecnologia”. Só vivenciando estas demandas de projeto e estudando as opções de padrões e de tecnologias é que se pode tratar o problema. (E1)

Por fim, o especialista 1 acrescentou o seguinte pensamento: “Ainda recaímos em outra dificuldade: A tecnologia não madura. Muitos dos padrões de conectividade apesar de grande base instalada (como SigFox, LoRaWAN, entre outros) de fato são recentes. Os padrões de conectividade pela rede celular (NB-IoT) poderão afetar a longevidade destes padrões? Imagine só: Constrói-se um prédio (que obtém vida longa) e usa-se um padrão de vida curta para dispositivos / conexão, isto é um grande desafio. A grande questão é: Que tecnologia (s) vai (vão) amadurecer e terá (terão) vida longa? Ainda mais que neste contexto de transformação digital novos padrões, tecnologias e soluções tendem a aparecer”.

---

<sup>2</sup> *Back end*, vem da ideia do que tem por trás da aplicação (...) O *Back End* trabalha em boa partes dos casos fazendo a ponte entre os dados que vem do navegador rumo ao banco de dados e vice-versa (SOUTO, 2019).

Dessa forma, ficou evidente que a tecnologia não atingiu sua maturidade e está fortemente afetada por padrões de conectividade e por isso enfrenta desafios que, com o tempo, serão superados.

Realizou-se, também, uma entrevista com outro especialista. Trata-se de um gerente de uma grande empresa que se beneficia da IoT como usuário. A seguir apresenta-se o relato deste especialista 2: “Na minha experiência o uso de IoT é escalável e os problemas em relação à manutenção podem ser superados se o projeto for bem estruturado”.

Sendo assim, fica evidente o ponto de vista de uma pessoa que conhece todas as debilidades da tecnologia e de outra pessoa que possui um projeto de IoT bem implementado em sua empresa. Depreende-se que o problema da não utilização pode ser devido ao não atingimento de maturidade aliado a ausência de padrões de conectividade e/ou em razão da escalabilidade não ter sido atingida no mercado.

**Gráfico 12 - Motivos para a não utilização de IoT na construção civil**



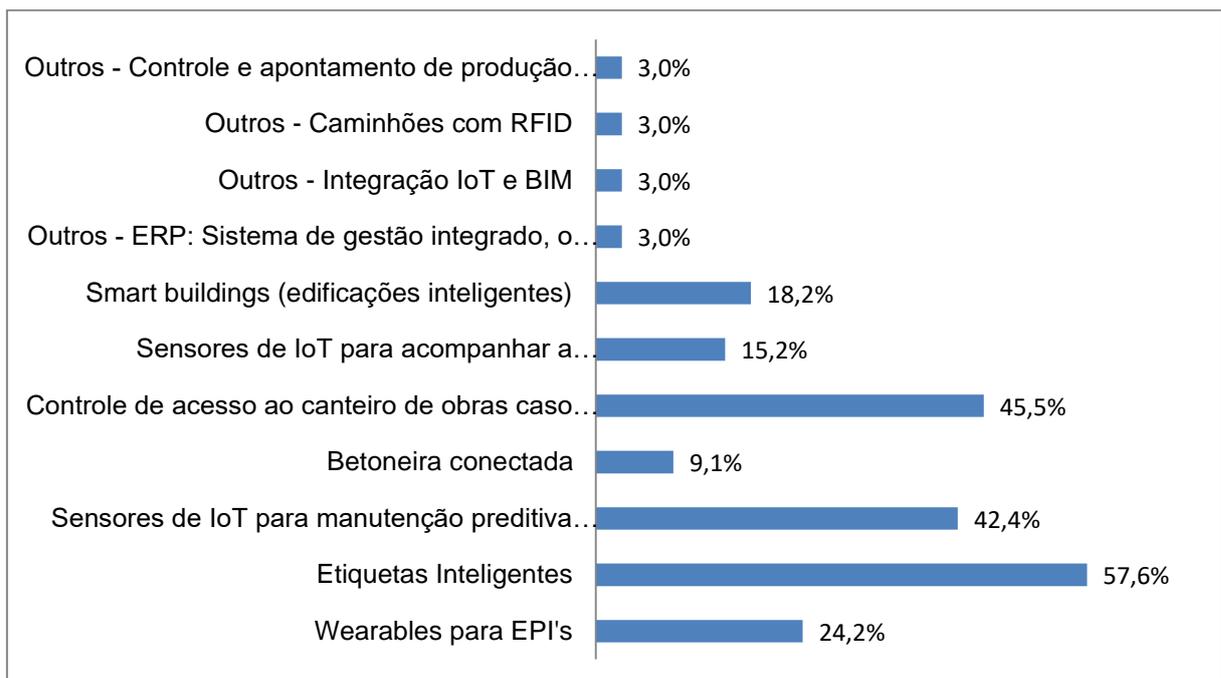
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

## 7.2.4 DISPOSITIVOS IOT MAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para a análise dos dispositivos mais utilizados pelos respondentes na construção civil, formulou-se uma pergunta solicitando aos entrevistados, que usufruem da internet das coisas, que assinalassem as técnicas nas quais se beneficiam ou se beneficiaram.

Conforme representado no gráfico 13, os três dispositivos mais utilizados pela construção civil, entre os respondentes, foram: Etiquetas inteligentes (57,6%); Controle de acesso ao canteiro de obras caso o funcionário tenha documentação/treinamento (45,5%) e Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos (42,4%).

**Gráfico 13** - Técnicas IoT mais utilizadas pelos respondentes na construção civil



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Dessa forma, pela análise dos resultados conclui-se que os dispositivos IoT são mais utilizados na fase de execução da obra, ou seja, no canteiro de obras. É percebida, então, a preocupação com o armazenamento e a movimentação de materiais e a localização de ativos, onde as etiquetas inteligentes são empregadas. Portanto, verifica-se que as empresas estão utilizando os dispositivos com fins

logísticos, isto é para melhorar a precisão de dados no controle de materiais, na diminuição dos custos com reposições desnecessárias e no endereçamento mais exato de cada equipamento etiquetado.

Ademais, o controle de acesso ao canteiro de obras é bastante empregado entre os entrevistados e comprova a atenção que os mesmos têm em relação à entrada e saída de pessoas na construção. Desta forma, este dispositivo é capaz de identificar se o trabalhador está com os documentos em dia, mostrando a preocupação por parte da empresa em não correr o risco de ser punida.

Além do mais, o uso efetivo de sensores de IoT para manutenção preditiva das máquinas demonstra, novamente, o cuidado com os ativos durante a execução da obra. Sabe-se que a manutenção preditiva pode impedir o mau funcionamento ou a necessidade de substituição de um equipamento que traz como consequência o atraso na obra e aumento do custo. Dessa forma, é perceptível que é prioridade para as empresas a mitigação dos riscos supracitados.

Para o melhor embasamento da pesquisa, na entrevista com o gerente que se beneficia da IoT, foi solicitado ao entrevistado 2 o seu ponto de vista em relação ao resultado dos dispositivos mais e menos utilizados. Ele relatou a seguinte observação: “No caso dos três dispositivos mais utilizados, acredito que o custo e a quantidade de aplicações já disponíveis justificam as respostas. Em relação aos dispositivos menos utilizados, temos um cenário diferente para cada alternativa: No que diz respeito à betoneira conectada, já existem outras soluções mais baratas para a realização do controle; Os sensores IoT para acompanhar a integridade da estrutura, por uma questão de custo, não vale a pena colocar em todo o empreendimento, é sempre interessante avaliar o retorno para o negócio na colocação de cada sensor; Em relação ao *smart buildings*, atribuo à falta de preparação e a cultura dos profissionais que atuam no ramo atualmente, em alguns anos isso deve mudar.”

#### 7.2.5 AMEAÇAS MAIS VIVENCIADAS PELOS RESPONDENTES

Ademais, foi perguntado aos 33 respondentes, que utilizam a internet das coisas, quais os riscos vivenciados no ramo da construção civil, sendo possível selecionar mais de uma opção.

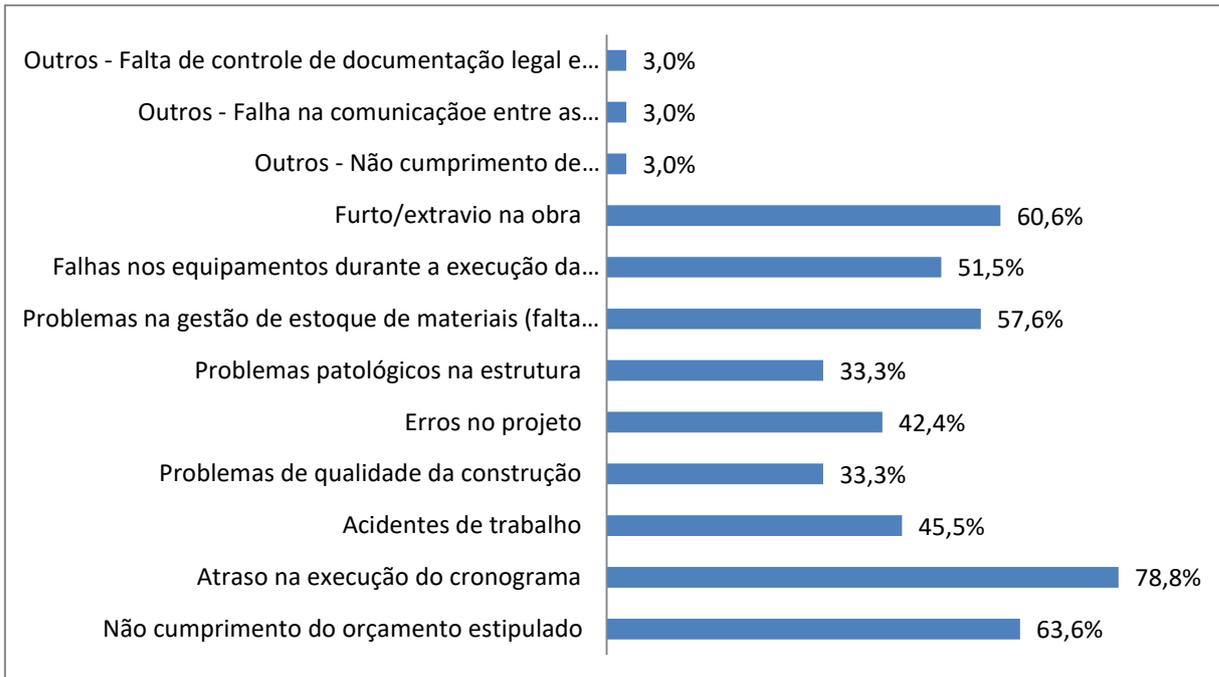
É interessante analisar que, conforme demonstrado no gráfico 14, todas as alternativas, com exceção das opções informadas como “outros”, foram significativamente votadas, confirmando Silva (2012) no qual afirma que a indústria da construção está também sujeita aos riscos, pois se trata de uma área que enfrenta diversas imprevisibilidades.

Porém, os três riscos mais apontados pelos entrevistados foram: Atraso na execução do cronograma (78,8%); Não cumprimento do orçamento estipulado (63,6%) e Furto/Extravio na obra (60,6%). Dessa forma, é coerente que os três dispositivos mais utilizados pelos respondentes sejam as etiquetas inteligentes, pois elas auxiliam no cumprimento do orçamento estipulado evitando desperdícios; o controle de acesso ao canteiro de obras, pois o mesmo apoia na identificação das pessoas que acessam a construção, evitando roubos e furtos de pessoas externas à obra; sensores IoT para manutenção preditiva das máquinas, pois estes dispositivos auxiliam na diminuição do risco da falha de equipamento, que pode trazer como efeito o atraso do cronograma e estouro de orçamento.

Vale ressaltar que o risco relacionado a “Problemas na gestão de estoque de materiais” e “Falhas nos equipamentos durante a execução da obra” foram votados por mais da metade dos respondentes, 57,6% e 51,5% respectivamente, trazendo significância as respostas. Estas ameaças são totalmente ligadas aos dispositivos etiquetas inteligentes e sensores IoT para manutenção preditiva das máquinas, pois estes têm como principal função eliminar os dois riscos identificados.

Além disso, é coerente observar que a maioria dos riscos está associada à etapa de execução da obra e impacta na gestão dos projetos, isto é esperado, pois se trata da fase onde está mais sujeita aos imprevistos, segundo Orsolini (2017).

#### **Gráfico 14 – Riscos vivenciados na construção civil**



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

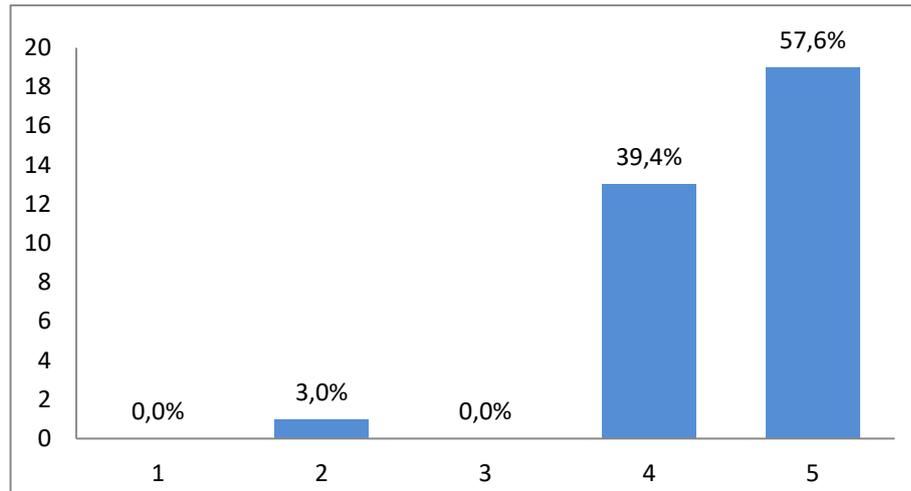
#### 7.2.6 GRAU DE CONTRIBUIÇÃO DA IOT NA DIMINUIÇÃO DE AMEAÇAS

Para relacionar a internet das coisas com a contribuição na mitigação dos riscos citados no gráfico 14, requisitou-se que o respondente estimasse o grau de contribuição da IoT para diminuição dos riscos.

Conforme é demonstrado no gráfico 15, a maioria dos respondentes considera máxima, ou seja, grau 5 (57,6%) a contribuição da tecnologia IoT na redução dos riscos enfrentados pelo setor da construção civil.

Portanto, trata-se de um resultado esperado, pois a principal função dos dispositivos é de diminuir os imprevistos que podem vir a ocorrer no setor, delimitando, então, os possíveis riscos enfrentados pelo ramo da construção civil.

**Gráfico 15** - Grau de contribuição da IoT para mitigar riscos



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

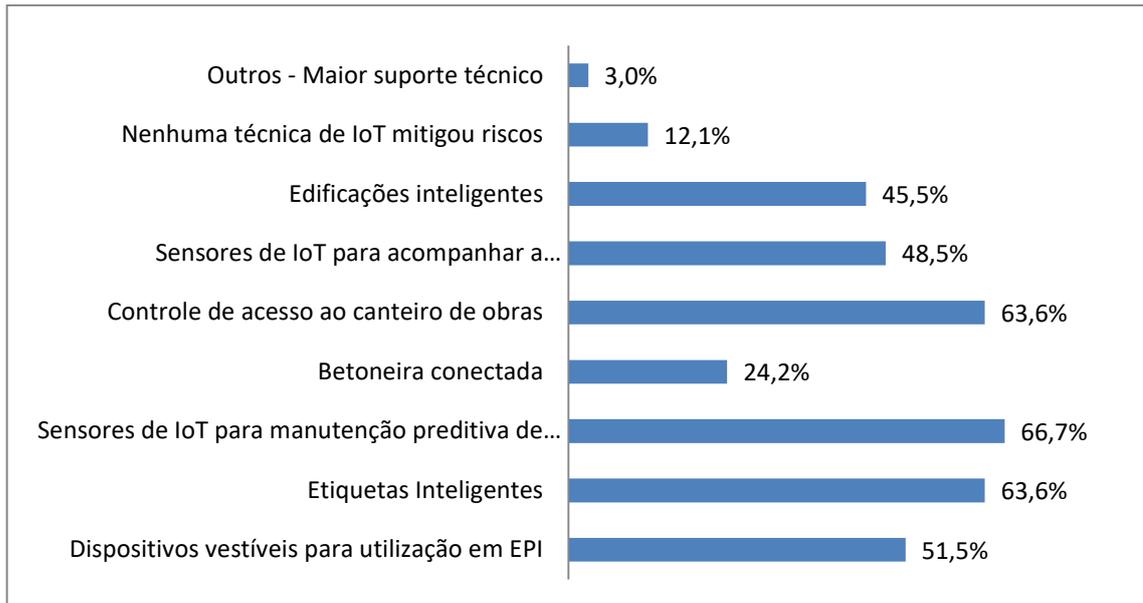
Com o objetivo de relacionar mais especificamente os dispositivos IoT citados na pesquisa e a mitigação dos riscos na construção civil, a pergunta a seguir solicitou que o respondente selecionasse o(s) dispositivo(s) que, na visão dele, tem a capacidade de diminuir os riscos enfrentados no setor.

De acordo com o gráfico 16, os três dispositivos que na opinião dos respondentes são os mais capazes de reduzir as ameaças são: Sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos (66,7%); Controle de acesso ao canteiro de obras (63,6%); Etiquetas inteligentes (63,6%).

De fato, são os três sensores mais utilizados pelo público e, por fazerem parte do dia a dia dos respondentes, se tornam mais palpáveis para o julgamento dos benefícios trazidos por eles.

Entretanto, vale chamar atenção para o próximo dispositivo do *ranking*, pois foi votado por mais da metade dos entrevistados: Dispositivos vestíveis para utilização em EPI (51,5%), este tem como objetivo mitigar o risco de acidente de trabalho, no qual foi vivenciado por 45,5% dos respondentes. Esta técnica apareceu também em quarto lugar no *ranking* dos dispositivos mais utilizados na construção civil, embasando ainda mais a teoria de que existe uma grande influência em relação ao uso do dia a dia e a percepção dos benefícios oferecidos por eles.

**Gráfico 16** - Técnicas IoT capazes de mitigar riscos na construção civil, na visão dos respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

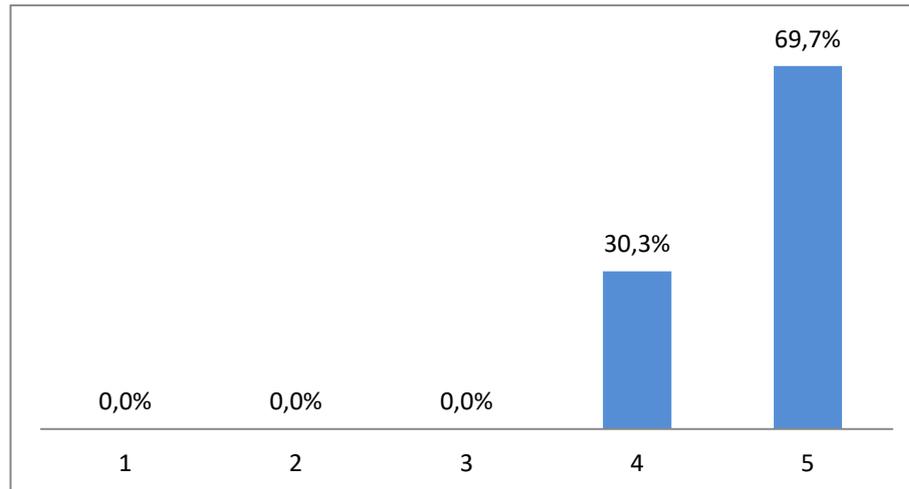
### 7.2.7 GRAU DE CONTRIBUIÇÃO DA IOT NO AUMENTO DE OPORTUNIDADES

Por outro lado, julgou-se importante comparar, também, o uso da IoT com o aumento de oportunidades na construção civil. Sendo assim, foi formulada a questão solicitando que o respondente atribuísse um grau de contribuição da internet das coisas em relação ao aumento das oportunidades no ramo da construção civil.

Conforme identificado no gráfico 17, a maioria dos entrevistados julgaram a IoT como excepcional, ou seja, grau 5 na contribuição do aumento das oportunidades (69,7%).

Trata-se de um resultado esperado, pois o fato dos dispositivos proporcionarem uma diminuição das ameaças, conseqüentemente os projetos terão maior probabilidade de atrair riscos positivos e terão a possibilidade de concentrar suas atividades em explorar as oportunidades.

**Gráfico 17** - Grau de contribuição da IoT para aumentar oportunidades



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Com o objetivo de relacionar mais especificamente os dispositivos IoT citados na pesquisa e o aumento de oportunidades na construção civil, a pergunta a seguir solicitou que o respondente selecionasse o(s) dispositivo(s), que na visão dele, tem a capacidade de amplificar os riscos positivos enfrentados no setor.

De acordo com o gráfico 18, os quatro dispositivos que na opinião dos respondentes obtêm a maior capacidade de alavancar as oportunidades são: Etiquetas inteligentes (63,6%); Sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos (60,6%); Controle de acesso ao canteiro de obras (51,5%) e Sensores IoT para acompanhar a integridade das estruturas (51,5%).

Dessa forma, percebe-se a repetição dos três primeiros dispositivos mais utilizados pelos entrevistados. Porém, dessa vez, o dispositivo para acompanhar a integridade das estruturas aparece também em terceiro lugar, sensor utilizado no pós-obra que tem a finalidade de prevenir o desconforto causado pela deformação das estruturas e até mesmo precaver um desastre.

Também é importante observar que todos os dispositivos, exceto “Outros”, foram significativamente votados e, assim como na avaliação do grau da contribuição da IoT para mitigar riscos, os dispositivos vestíveis apareceram em quarto lugar, reforçando novamente a teoria de que existe uma grande influência em relação ao uso do dia a dia e a percepção dos benefícios oferecidos pela IoT.

**Gráfico 18** - Técnicas IoT capazes de aumentar oportunidades na construção civil, na visão dos respondentes



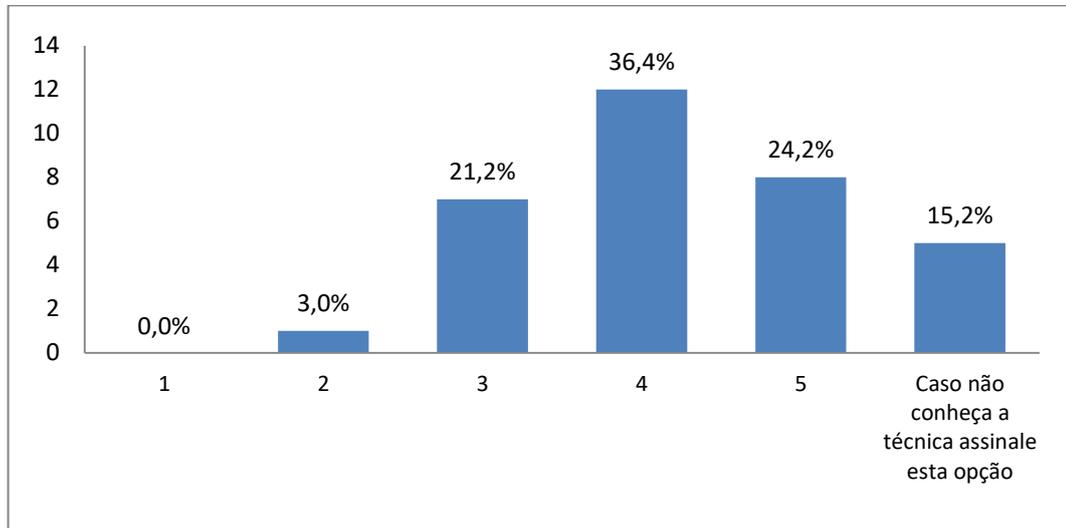
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

#### 7.2.8 GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS IOT

Foi requisitado que os entrevistados estabelecessem um grau de importância, de 1 a 5 sendo 1 o menor grau e 5 o maior grau, para cada dispositivo citado na pesquisa.

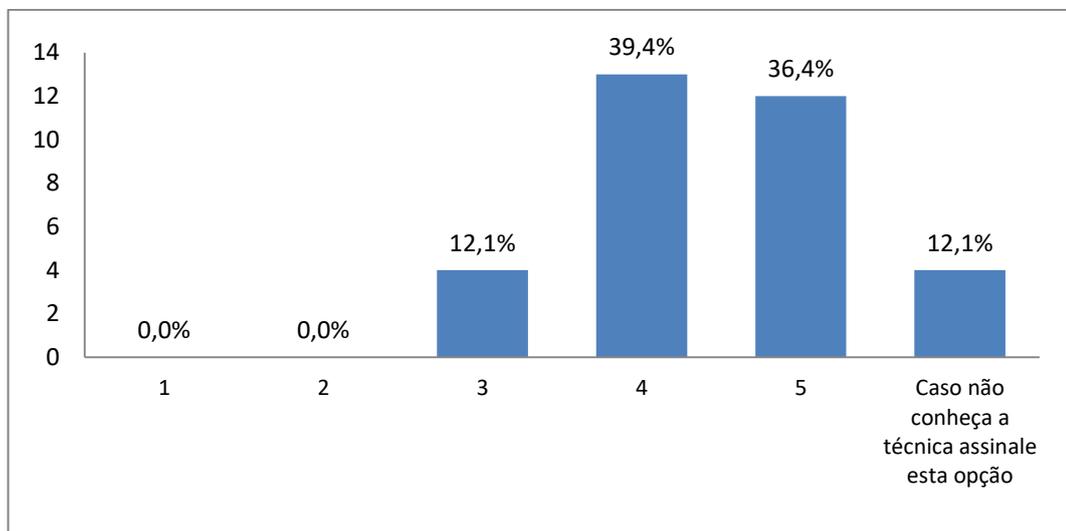
- Para os dispositivos vestíveis, obteve-se grau 4 como a maioria das respostas (36,4%), conforme mostrado no gráfico 19;
- Em relação às etiquetas inteligentes, as respostas também foram majoritariamente grau 4 (39,4%), de acordo com o gráfico 20;
- Os sensores IoT para manutenção preditiva, recebeu grau 5 como maioria das respostas (54,5%), assim como identificado no gráfico 21;
- A betoneira conectada recebeu grau 4 pela maioria dos entrevistados (33,3%), conforme é demonstrado no gráfico 22;
- O controle de acesso ao canteiro de obras assumiu grau 5 como maioria das respostas (48,5%), de acordo com o gráfico 23;
- Foi concedido aos sensores IoT para o acompanhamento da integridade das estruturas grau 5, pela maioria dos respondentes (48,4%), conforme é mostrado no gráfico 24;
- Em relação às edificações inteligentes, foi atribuído grau 5 majoritariamente (54,5%). Assim como demonstrado no gráfico 25.

**Gráfico 19** - Grau de importância dos dispositivos vestíveis, de acordo com os respondentes



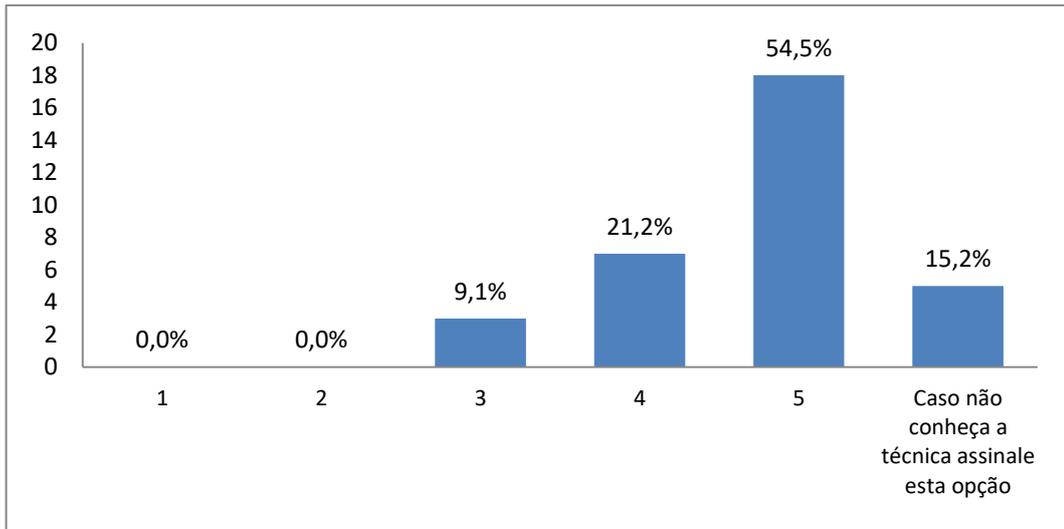
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 20** - Grau de importância das etiquetas inteligentes, de acordo com os respondentes



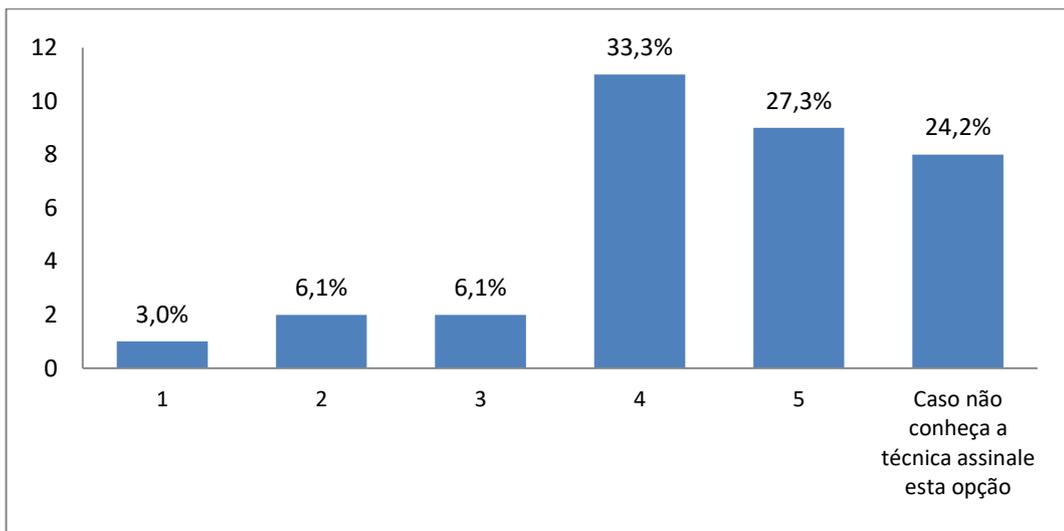
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 21** - Grau de importância dos sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos, de acordo com os respondentes



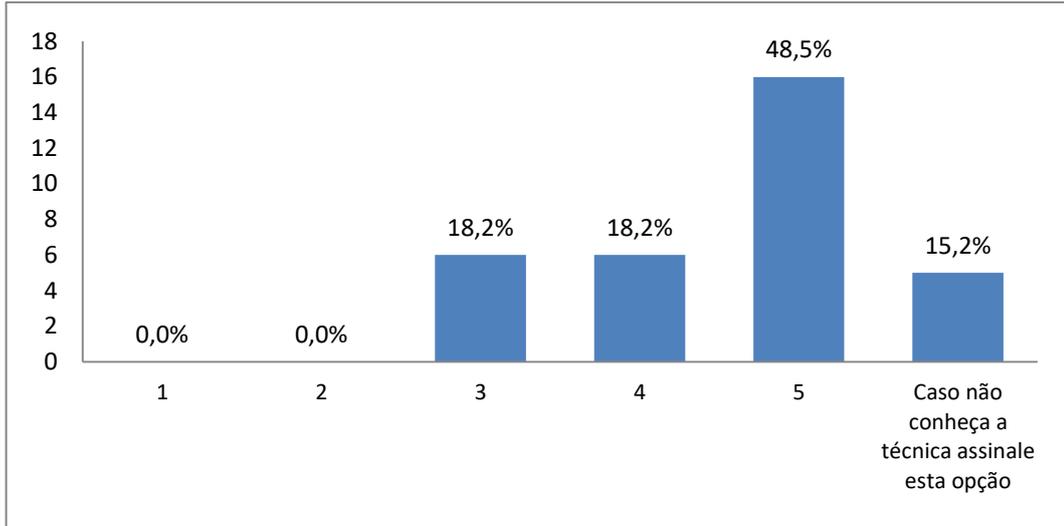
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 22** - Grau de importância da betoneira conectada, de acordo com os respondentes



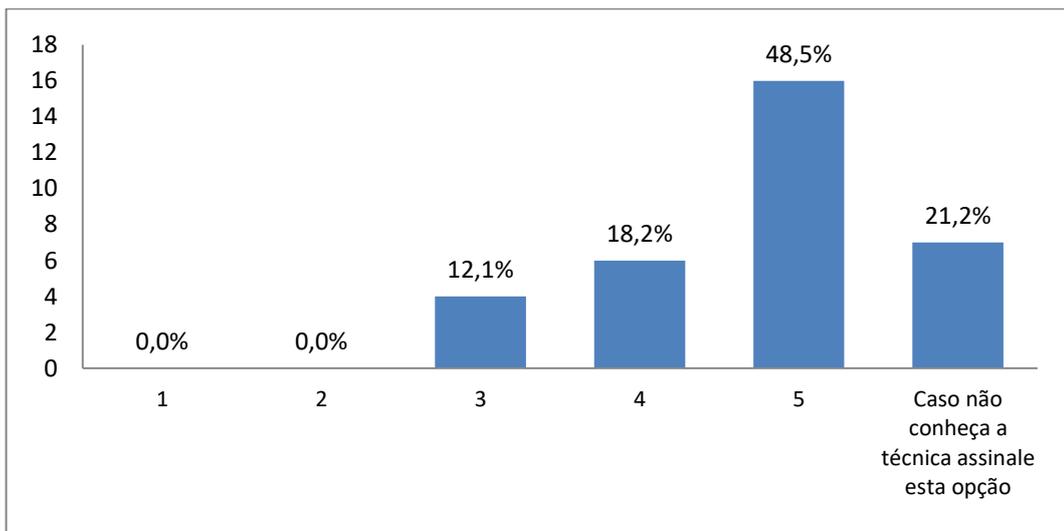
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 23** - Grau de importância do controle de acesso ao canteiro de obras, de acordo com os respondentes



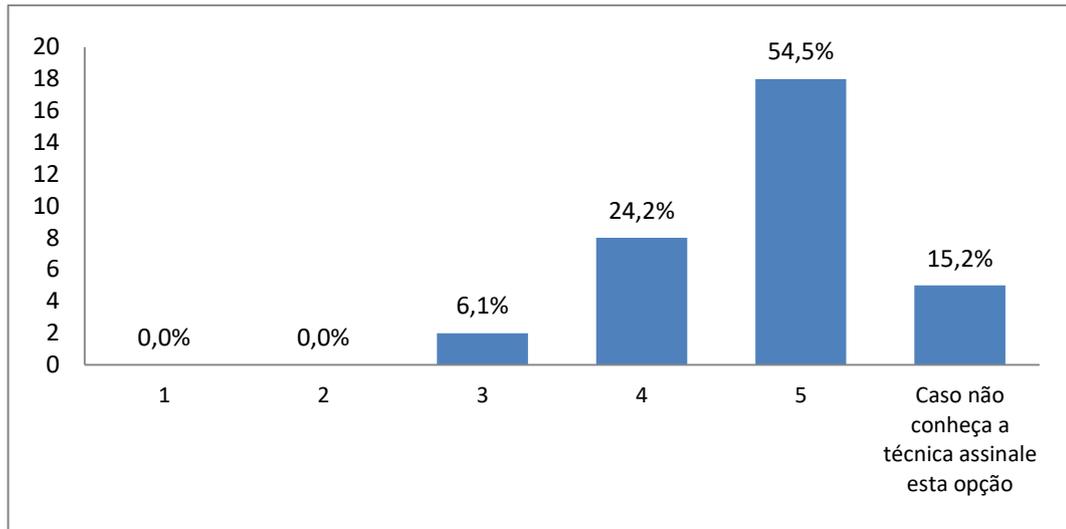
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 24** - Grau de importância dos sensores IoT para acompanhar a integridade das estruturas, de acordo com os respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Gráfico 25** - Grau de importância das edificações inteligentes, de acordo com os respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

De posse desses resultados, foi viável elaborar um *ranking* dos dispositivos de maior grau de importância na visão dos respondentes. Para isto, foi atribuído um *score* de classificação para cada dispositivo, sendo definido pela fórmula definida a seguir. Este *score* representa a porcentagem entre o número de pontos recebidos e o máximo que poderiam ter, excluindo os votos referentes ao desconhecimento da técnica.

$$\text{Score} = \frac{\text{total de pontos do dispositivo}}{\text{máximo de pontos possível} - (5 \times \text{votos referentes ao desconhecimento da técnica})} \times 100\%$$

De acordo com o quadro 4, o dispositivo de maior grau foram as edificações inteligentes. Talvez isso se explique pela ascensão do *smart buildings* e, por não ser tão utilizado na construção civil pelos respondentes (18,2%), há maior curiosidade em relação à técnica.

Para contribuir com a discussão, realizou-se uma triangulação de dados a partir de uma entrevista com um especialista IoT, especialista 2. Pediu-se que o mesmo comentasse a respeito do *ranking* dos dispositivos de maior grau de importância, o especialista relatou o seguinte:

O *smart building* é de fato a maior realidade na vertical, mas o controle de acesso ao canteiro de obras, sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos e a gestão remota das integridades das estruturas formam um conjunto de muito potencial para o médio prazo, pensando em volume de adoção das soluções em IoT. (E2)

Além disso, vale ressaltar que em segundo lugar estão os sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos, confirmando, então, a nítida preocupação dos respondentes pelo bom andamento da execução da obra.

Ademais, em primeiro e terceiro lugar mostraram-se dispositivos implementados no pós-obra, edificações inteligentes e sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas, respectivamente. Com isso, pode-se perceber o aumento da importância atribuída ao conforto do usuário final e a preocupação com possíveis desastres.

Já a betoneira conectada, se mostra em penúltimo lugar do *ranking* e com as porcentagens mais diluídas entre os graus de importância. Porém, vale chamar atenção para o fato de que se trata do dispositivo menos conhecido (15,2%) e menos utilizado pelos respondentes (9,1%). Seguindo a linha de pensamento que relaciona a utilização do dispositivo e a noção dos benefícios que podem ser trazidos por ele, este resultado faz sentido.

Os dispositivos vestíveis para utilização em EPI apareceram em último lugar, obtendo o menor *score* dentre os dispositivos mencionados. Mesmo obtendo uma boa porcentagem de pontuação, é observado que, dentre os dispositivos mencionados, não há uma priorização aos *wearables*.

**Quadro 2 - Ranking dos dispositivos de maior grau de importância, de acordo com os respondentes**

Ranking	Score	Dispositivo	Grau					Caso não conheça a técnica assinale esta opção
			1	2	3	4	5	
1º	91,4%	Edificações Inteligentes	0,0%	0,0%	6,1%	24,2%	54,5%	15,2%
2º	90,7%	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	0,0%	0,0%	9,1%	21,2%	54,5%	15,2%
3º	89,2%	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	0,0%	0,0%	12,1%	18,2%	48,5%	21,2%
4º	87,1%	Controle de acesso ao canteiro de obras	0,0%	0,0%	18,2%	18,2%	48,5%	15,2%
5º	85,5%	Etiquetas Inteligentes	0,0%	0,0%	12,1%	39,4%	36,4%	12,1%
6º	80,0%	Betoneira conectada	3,0%	6,1%	6,1%	33,3%	27,3%	24,2%
7º	79,30%	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	0,0%	3,0%	21,2%	36,4%	24,2%	15,2%

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### 7.2.9 DISPOSITIVOS COM MAIOR E MENOR PRIORIDADE PARA A UTILIZAÇÃO

Foi solicitado, aos respondentes, que escolhessem três técnicas nas quais ele daria prioridade para a utilização. Conforme demonstrado no gráfico 26, o primeiro lugar foi dividido entre sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas (57,6%) e sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos (57,6%), em segundo lugar foi o controle de acesso ao canteiro de obras (51,5%) e em terceiro lugar foram as edificações inteligentes (48,5%).

Dessa forma, conclui-se novamente que a prioridade dos respondentes em relação à mitigação das ameaças e aumento das oportunidades, está dividida entre as fases de execução da obra e o pós-obra.

Além disso, este resultado está em conformidade com a ordem de prioridade dos dispositivos (pergunta anterior), sendo os quatro primeiros do *ranking* os mesmo quatro para a prioridade de utilização.

**Gráfico 26** - Porcentagem dos dispositivos IoT com maior prioridade para a utilização, na visão dos respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

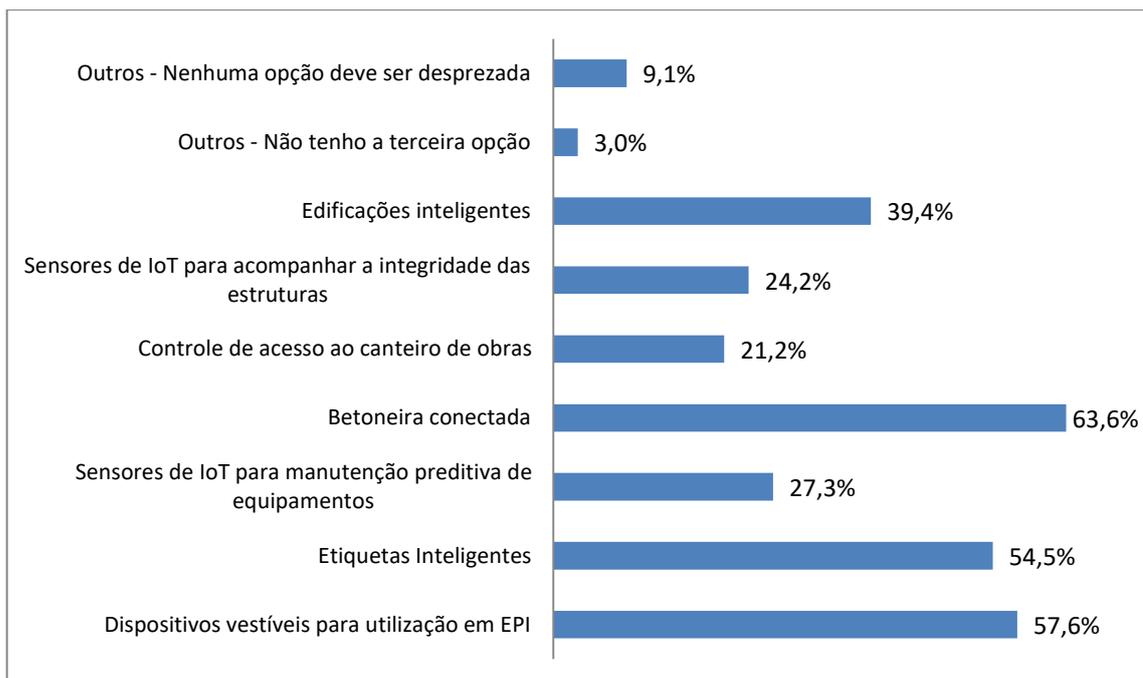
Por outro lado, foi indagado para que o respondente optasse por 3 técnicas que ele não utilizaria. De acordo com o gráfico 27, os dispositivos que os entrevistados mais optaram por não utilizar foram as betoneiras conectadas (63,6%), em segundo lugar foram os dispositivos vestíveis para utilização em EPI (57,6%) e em terceiro lugar foram as etiquetas inteligentes (54,5%).

O fato de a betoneira conectada ser o dispositivo menos conhecido, menos utilizado e de segunda menor importância pelos respondentes já previa o resultado dela ser a de menor prioridade para a utilização.

Os dispositivos vestíveis para utilização em EPI se mostrou último lugar no *ranking* do grau de importância na visão dos respondentes e, além disso, trata-se de um dispositivo utilizado somente por 24,2% dos entrevistados, o que pode ter interferido neste resultado.

Já as etiquetas inteligentes, por mais que sejam os dispositivos mais utilizados e conhecidos pelos respondentes, mostrou-se em 5º lugar no ranking dos dispositivos de maior grau de importância na visão dos respondentes. Ou seja, este resultado está em conformidade com a ordem de prioridade dos dispositivos na visão dos entrevistados.

**Gráfico 27** - Porcentagem dos dispositivos IoT com menor prioridade para a utilização, na visão dos respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Para a melhor sumarização da conclusão, foi elaborado o gráfico 28 que une os gráficos 26 e 27, no qual compara as votações de prioridade dos dispositivos IoT.

**Gráfico 28** - Comparativo entre as votações de maior e menor prioridade para a utilização dos dispositivos IoT



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

#### 7.2.10 MOTIVOS DA UTILIZAÇÃO DE IOT NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Por fim, foi elaborado o questionamento dos motivos da utilização da IoT na construção civil, sendo possível o respondente selecionar mais de uma opção.

De acordo com o que é demonstrado no gráfico 29, percebe-se uma expressiva votação na maioria das opções. Entretanto, os três motivos mais votados foram: Melhoria na segurança no canteiro de obras (75,8%); Melhor produtividade dos colaboradores (69,7%) e Otimização do tempo (66,7%).

Todos os três motivos mais votados tratam-se de melhorias relacionadas à execução da obra, que influencia na redução dos riscos nesta etapa. Porém, vale ressaltar que a otimização do tempo, motivo que se enquadrou em terceiro lugar,

também se aplica ao pós-obra, justificando o interesse pela utilização dos dispositivos de edificações inteligentes nos quais proporcionam maior conforto e otimização do tempo no uso da edificação.

Em quarto lugar, mostrou o motivo de redução de desastres (63,6%), concluindo, então, a teoria de que os entrevistados não visualizaram somente os riscos existentes durante a execução da obra, mas também no pós-obra. Além disso, justificando o interesse pela utilização dos sensores IoT para o acompanhamento da integridade das estruturas.

**Gráfico 29** - Motivos para a utilização de dispositivos IoT na construção civil, de acordo com os respondentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### 7.2.11 ANÁLISE SWOT

A partir dos resultados observados, foi possível realizar a análise SWOT para apoiar em um planejamento estratégico do projeto de implementação de IoT na construção civil. Primeiramente, levantaram-se, com base no estudo de campo e bibliografia, os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças, demonstrados nos quadros 5, 6, 7 e 8, respectivamente.

**Quadro 3 – Pontos fortes encontrados na utilização de IoT para a análise SWOT**

<b>PONTOS FORTES (STRENGTHS):</b>	<b>COMENTÁRIOS:</b>
<b>1.1</b> - Ramo exposto a riscos e, então, há espaço para soluções que atenuem a imprevisibilidade	Silva (2012) ressaltou que a indústria da construção, mais do que qualquer outra, encontra-se sujeita ao risco. Pois, trata-se de uma área que possui diversas peculiaridades que impedem que seja possível estabelecer exatidão no desenvolvimento dos projetos
<b>1.2</b> - Setor da construção civil é um dos mais importantes para o país	Trata-se do setor capaz de impactar tanto no PIB do Brasil como na geração de empregos. Mesmo em meio à pandemia do Corona vírus, dados do novo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) mostrou que entre janeiro e agosto de 2020 foram registradas 58.464 novas vagas de emprego com carteira assinada no setor da construção civil.
<b>1.3</b> - A produtividade na construção civil é relativamente baixa em comparação com outras indústrias, por conta de sua característica manual. Dessa forma, trata-se de um ramo que tem espaço para soluções que aumentem a produtividade	A construção civil no Brasil possui caráter tradicional, onde a maioria das tarefas é realizada manualmente o que impacta na produtividade da indústria.
<b>1.4</b> - Na construção civil, cada projeto é único. Logo, é importante que haja a gestão adequada de cada projeto. Portanto, há espaço para dispositivos que auxiliem nesta tarefa	Assim como mencionado por Casaque <i>et al.</i> (2003), a indústria da construção civil é orientada por projetos. Os serviços da construção resultam em produtos únicos com desenvolvimento e duração finitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

**Quadro 4 – Pontos fracos encontrados na utilização de IoT para a análise SWOT**

<b>PONTOS FRACOS (WEAKNESS):</b>	<b>COMENTÁRIOS:</b>
<b>2.1</b> - Falta de escalabilidade	Desafio enfrentada pela IoT dependendo da aplicabilidade e conforme mencionado pelo especialista 1, há o esforço para a superação deste ponto

<b>PONTOS FRACOS (WEAKNESS):</b>	<b>COMENTÁRIOS:</b>
<b>2.2</b> - Problemas com a manutenção do dispositivo	Trata-se do terceiro motivo mais votado em relação a não utilização da tecnologia IoT na construção civil
<b>2.3</b> - Cultura tradicional da construção civil	Trata-se de um ramo, no Brasil, resistente à inovações tecnológicas.
<b>2.4</b> - Problemas com a conectividade	De acordo com a vivência do especialista 1, o problema de conectividade é um desafio enfrentado pela tecnologia.
<b>2.5</b> - Tecnologia não madura	De acordo com a vivência do especialista 1, a tecnologia não madura é um desafio enfrentado pela tecnologia.
<b>2.6</b> - Falta de domínio da tecnologia	De acordo com a vivência do especialista 1, a falta de domínio da tecnologia é um desafio enfrentado atualmente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

#### **Quadro 5** - Oportunidades encontradas na utilização de IoT para a análise SWOT

<b>OPORTUNIDADES (OPPORTUNITIES):</b>	<b>COMENTÁRIOS:</b>
<b>3.1</b> - Incentivo do país nas indústrias 4.0	Leis de incentivo fiscal, como a "Lei do bem", tem como objetivo incentivar o crescimento da indústria 4.0 no país. Além disso, o BNDES publicou um estudo "Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil" a fim de promover um plano de ação estratégico para o país em IoT.
<b>3.2</b> - Poucas empresas no ramo da construção civil utilizam IoT	Pelo fato da tecnologia ainda ser pouco difundida no setor, a empresa que se beneficiar da IoT poderá ganhar competitividade no mercado pois terá mais chance de projetos bem sucedidos e menos vulnerabilidade aos riscos
<b>3.3</b> - Alta demanda pela transformação digital no país	A transformação digital já é realidade nos países desenvolvidos, com isso o Brasil está na corrida para melhorar o seu desempenho neste quesito. Fazendo a utilização da Internet das Coisas, automaticamente estará alinhado aos projetos de aceleração do país.
<b>3.4</b> - Mudança da visão das empresas em relação à transformação digital, em 2020	Segundo o Índice de Transformação Digital Dell Technologies 2020 (DT Index 2020), por volta de 87,5% das empresas instaladas no Brasil realizou alguma iniciativa voltada à transformação digital em 2020. Com isso, por conta da pandemia, ficou evidente o esclarecimento de que a transformação digital não é somente um quesito de competitividade, mas sim de sobrevivência e, conseqüentemente, as empresas que fazem o uso de tecnologias avançadas terão boa reputação no mercado.

3.5 - Tecnologia em expansão mundialmente	Pesquisas demonstram que cada vez mais os dispositivos estarão conectados entre si, assim como foi demonstrado no estudo global sobre as principais tendências estratégicas da tecnologia de Internet das Coisas, a “ <i>Top Strategic IoT Trends and Technologies Through 2023</i> ”
---	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### Quadro 6 - Ameaças encontradas para a análise SWOT

AMEAÇAS (THEATS):	COMENTÁRIOS:
4.1 - Lei LGPD	De acordo com o Governo Federal do Brasil, "A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.". Isto se trata de uma ameaça pois caso haja a exposição de dados sensíveis, a empresa poderá cometer infrações à LGPD.
4.2 - Ataques de cibercriminosos	Como mencionado por Albors (2018), as vulnerabilidades dos dispositivos existem e podem ser atacados por invasores para roubar informações.
4.3 - Tecnologia se desenvolvendo em passos lentos, no Brasil	Segundo André Nascimento, Vice-presidente da Ewave Brasil, o país está caminhando para o desenvolvimento da tecnologia, porém com uma velocidade menor do que se deseja.
4.4 - A dúvida se os padrões de conectividade terão vida longa, mesmo no caso de novos padrões/tecnologias/soluções apareçam	Ameaça apontada pelo especialista em IoT (especialista 1), no qual relatou a insegurança em relação aos padrões de conectividade utilizados atualmente. Se os mesmos irão permanecer com as futuras novas soluções

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

De acordo com os pontos levantados, desenvolveu-se o quadro 9 com o objetivo de resumir a análise FOFA.

### QUADRO 7 - Resumo da análise SWOT

POSITIVO	
Forças	Oportunidades
1.1 - Ramo expostos à riscos e, então, há espaço para soluções que atenuem a imprevisibilidade;	3.1 - Incentivo do país nas indústrias 4.0;

<p><b>1.2</b> - Setor da construção civil é um dos mais importantes para o país;</p> <p><b>1.3</b> - A produtividade na construção civil é relativamente baixa em comparação com outras indústrias, por conta da sua característica manual. Dessa forma, trata-se de um ramo que tem espaço para soluções que aumentem a produtividade;</p> <p><b>1.4</b> - na construção civil, cada projeto é único. Logo, é importante que haja a gestão adequada de cada projeto. Portanto, há espaço para dispositivos que auxiliem nesta tarefa.</p>	<p><b>3.2</b> - Poucas empresas no ramo da construção civil utilizam IoT;</p> <p><b>3.3</b> - Alta demanda pela transformação digital no país;</p> <p><b>3.4</b> - Mudança da visão das empresas em relação à transformação digital, em 2020;</p> <p><b>3.5</b> - Tecnologia em expansão mundialmente.</p>
<p><b>2.1</b> - Falta de escalabilidade;</p> <p><b>2.2</b> - Problemas com a manutenção do dispositivo;</p> <p><b>2.3</b> - Cultura tradicional da construção civil;</p> <p><b>2.4</b> - Problemas com a conectividade;</p> <p><b>2.5</b> - Tecnologia não madura;</p> <p><b>2.6</b> - Falta de domínio da tecnologia.</p>	<p><b>4.1</b> - Lei LGPD;</p> <p><b>4.2</b> - Ataques de cibercriminosos;</p> <p><b>4.3</b> - Tecnologia atrasada no Brasil;</p> <p><b>4.4</b> - Aparecimento de novos padrões / tecnologias / soluções que transformarão o que é utilizado em obsoleto.</p>
<b>Fraquezas</b>	<b>Ameaças</b>
<b>NEGATIVO</b>	

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Com isso, foi possível realizar uma análise cruzada, se tornando uma ferramenta de gestão estratégica competitiva. Correlacionaram-se as oportunidades e ameaças presentes no ambiente externo com as forças e fraquezas encontradas e mapeadas no ambiente interno. De acordo com o quadro 9, adotou-se quatro tipos de estratégia desenvolvidas conforme o cruzamento dos quadrantes da análise SWOT, sendo eles:

- Estratégia Ofensiva: Pontos fortes x Oportunidades;
- Estratégia de Confronto: Pontos fortes x Ameaças;
- Estratégia de Reforço: Pontos fracos x Oportunidades;
- Estratégia de Defesa: Pontos fracos x Ameaças.

**Quadro 8** - Análise SWOT da utilização de IoT na construção civil

<b>Pontos fortes x Oportunidade = Estratégia Ofensiva</b>	<b>Pontos fortes x Ameaças = Estratégia de Confronto</b>
<b>1.1 / 1.3 / 1.4 x 3.2</b> - Incentivar a utilização de IoT e, assim, obter um diferencial, aumentando a sua competitividade.	<b>1.1 / 1.3 / 1.4 x 4.1</b> – O ramo possui muito espaço para soluções, porém atentar-se aos padrões da lei LGPD para adquirir dispositivos que ofereçam maior proteção de dados.
<b>1.2 x 3.1</b> – Investir na utilização de tecnologias advindas da indústria 4.0 para maior chance de crescimento.	<b>1.2 x 4.3</b> – Investir no estudo e utilização da tecnologia, pois se tratando de um setor importante no país, haverá a aceleração da tecnologia no país rumo à velocidade mundial.
<b>1.1 / 1.3 / 1.4 x 3.5</b> - Se atualizar quanto à tecnologia, pois há grande possibilidade de que, cada vez mais, surjam melhores soluções para a indústria da construção.	
<b>1.2 x 3.4</b> – Inserir, cada vez mais, a transformação digital na construção para uma boa reputação.	
<b>Pontos fracos x Oportunidades = Estratégia de Reforço</b>	<b>Pontos fracos x Ameaças = Estratégia de Defesa</b>
<b>2.1 x 3.5</b> - Se atualizar sobre as inovações do mercado sabendo que o desafio da escalabilidade está sendo superado.	<b>2.3 x 4.2</b> - Isto pode acarretar na perda de credibilidade dos dispositivos e vazamento de dados, para isso é necessário utilizar técnicas IoT que ofereçam um banco de dados seguro, com a menor probabilidade possível do ataque externo.
<b>2.2 / 2.4 / 2.6 x 3.5</b> - Adequar estratégia de seleção dos fornecedores que mais oferecem apoio e segurança..	<b>2.1 x 4.4</b> - Isto pode resultar no mau investimento caso utilize um padrão de conectividade de vida curta, com isso é importante se atualizar em relação aos padrões de conectividade disponíveis e se estão próximos à uma possível substituição, além do apoio do fornecedor.
<b>2.3 x 3.4</b> - Escolher dispositivos que melhor vão atender às demandas da empresa	

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Considerando as opiniões especializadas, depreende-se que a melhor estratégia de reforço para uma empresa do ramo da construção civil investir na IoT seria a 2.1 x 3.5, ou seja, se atualizar sobre as inovações do mercado para a superação do desafio da escalabilidade. Por outro lado, a opinião especializada sugere que a estratégia de defesa 2.1 x 4.4, isto é, se resguardar em relação aos padrões de conectividade, seja considerada haja vista as fraquezas e ameaças iminentes.

## 8. CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, motivado pelo anseio à introdução da construção civil à indústria 4.0, foi possível obter dados e informações relevantes para analisar não só o ganho com o uso da tecnologia, mas os dispositivos mais e menos utilizados, maiores riscos presentes no setor e de que forma a IoT poderia apoiar na mitigação das ameaças e aumento das oportunidades.

Por meio do questionário aplicado, percebeu-se que a minoria (1/3) dos respondentes utilizava Internet das Coisas na construção civil, mesmo se tratando de um setor exposto a imprevisibilidades nas quais os dispositivos IoT seriam capazes de mitigar. A não utilização da tecnologia pode ser explicada por conta do não atingimento de maturidade da IoT aliado a ausência de padrões de conectividade e/ou em razão da escalabilidade não ter sido atingida no mercado.

Nota-se que a literatura aponta que a maior quantidade de ameaças na construção se concentra na fase de execução da obra e isto foi efetivamente observado a partir da pesquisa desenvolvida, se mostrando de acordo com Orsolini (2017). Na pesquisa realizada com 116 respondentes verificou-se que os três riscos mais votados foram: atraso na execução do cronograma, não cumprimento do orçamento estipulado e furto/extravio na obra.

Além disso, os respondentes que se beneficiam da utilização da internet das coisas julgaram como excepcional a contribuição da IoT em relação ao aumento das oportunidades e mitigação dos riscos no ramo da construção civil.

Vale ressaltar que os sensores mais utilizados pelos entrevistados foram os que obtiveram o melhor desempenho nas perguntas das técnicas que mais influenciam na diminuição de ameaças e aumento das oportunidades, sendo eles: sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos, controle de acesso ao canteiro de obras e etiquetas inteligentes. Dessa forma, conclui-se que o uso da tecnologia na construção civil devolve resultados positivos em relação aos riscos.

Ainda em relação aos dispositivos mais utilizados pelos respondentes, foi ouvida a opinião de um especialista que relatou que as etiquetas inteligentes, o controle de acesso ao canteiro de obras e os sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos são dispositivos atrativos por conta do custo e quantidade de aplicações já disponíveis. Por outro lado, um usuário entrevistado compartilhou o fato de que a betoneira conectada e os sensores IoT para acompanhamento da

integridade da estrutura podem ser pouco utilizados pela oferta de soluções mais baratas e por não ser aplicável em todo tipo de empreendimento, respectivamente. O mesmo criticou o pouco uso das edificações inteligentes relacionando à falta de preparação e a cultura dos profissionais que atuam no ramo atualmente.

Não obstante, ressalta-se a atenção para o *ranking* do grau de importância dos dispositivos, pois todos receberam boas notas. As técnicas que receberam a maior nota (grau 5) foram: edificações inteligentes, sensores IoT para manutenção preditiva de equipamentos, sensores IoT para acompanhar a integridade das estruturas e controle de acesso ao canteiro de obras e, além disso, se destacam como os dispositivos com maior prioridade para a utilização. Segundo a opinião do especialista 2, as edificações inteligentes são, de fato, a maior realidade da IoT na vertical e acrescentou que os outros três dispositivos presentes no *ranking* formam um conjunto de muito potencial para o médio prazo, pensando em volume de adoção das soluções em internet das coisas.

Já as etiquetas inteligentes, betoneira conectada e dispositivos vestíveis para utilização em EPI foram os dispositivos que assumiram a menor prioridade para a utilização, na visão dos respondentes, e mesmo assim receberam grau 4 de importância. Isto demonstra a eficácia da internet das coisas atribuída pelos respondentes que se beneficiam da tecnologia na construção civil.

Ademais, foi percebida a preocupação com a etapa pós-obra. A expressiva votação de maior grau de importância concedida ao *smart building*, demonstrou o anseio pelo bom uso e ocupação do empreendimento, já que a utilização do dispositivo é relacionada ao conforto, otimização do tempo, redução de custos e automatização.

Por fim, foi realizada uma análise SWOT para o apoio estratégico em um possível projeto futuro para implantação de internet das coisas na construção civil. O resultado desta ferramenta sugere como a melhor estratégia de reforço para uma empresa do ramo da construção civil o investimento na IoT como forma de se atualizar sobre as inovações do mercado para a superação do desafio da escalabilidade. Por outro lado, caso a estratégia seja defensiva, foi sugerido se resguardar em relação aos padrões de conectividade haja vista as fraquezas e ameaças iminentes no mercado.

Como limitação deste trabalho destaca-se a inovação do tema revelada pela pouca utilização dos dispositivos IoT durante a pesquisa e pelos poucos trabalhos encontrados no levantamento bibliográfico no Portal Capes.

Para futuros trabalhos, sugere-se o estudo da viabilidade financeira na utilização de IoT na construção civil, pois dessa forma será possível medir o ROI, ou seja, o retorno do investimento na utilização da tecnologia. Como outras sugestões aponta-se um estudo em relação a outras inovações da Indústria 4.0, como a Inteligência Artificial e a Internet 5G alinhadas à Internet das Coisas.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Sofia. Pandemia faz 87,5% das empresas no Brasil acelerarem projetos de transformação digital. **Forbes Tech**, 2020. Disponível em:

<https://forbes.com.br/forbes-tech/2020/11/pandemia-faz-875-das-empresas-no-brasil-aceleraram-projetos-de-transformacao-digital/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

AIZA ENGENHARIA. **Sensores vestíveis na Construção Civil**. 27 abr. 2018.

Disponível em: <https://aiza.com.br/sensores-vestiveis-na-construcao-civil/>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ALAGHBARI, W; KADIR; R.M.A; ERNAWATI, A.S. The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v.14, n. 2: p.192-206, 2007

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. d. M. A internet das coisas irá muito além das coisas. **GV-Executivo**, São Paulo, v. 16, p. 12–17, mar./abr. 2017.

ALBORS, J. **Segurança em dispositivos IoT**: Ainda temos tempo para vencer a batalha? 2018.

ATLAM, Hany F.; WALTERS, Robert J.; WILLS, Gary B. Internet of Things: State-of-the-art, Challenges, and Open Issues. **International Journal of Intelligent Computing Research (IJICR)**, v. 9, n. 3, Set. 2018.

AUTODOC. Internet das coisas: conheça seus benefícios e cases na Construção Civil. **AUTODOC**, 2019. Disponível em:

<https://site.autodoc.com.br/conteudos/internet-das-coisas-como-pode-contribuir-com-a-construcao-civil/>. Acesso em: 04 maio 2021.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). Estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”. **Relatórios**, Fase 3, Produto 7C:

Aprofundamento de Verticais-Rural, dez. 2017. Disponível em:

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>. Acesso em: 22 abr. 2021.

BARNAGHI, Payam; SHETH, Amit. The Internet of Things: The Story So Far. **IEEE - Internet of Things**. 09 set. 2014. Disponível em:

<https://iot.ieee.org/newsletter/september-2014/the-internet-of-things-the-story-so-far>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BORGES, Sabrina de O.; PHILLYPPIS JÚNIOR, Nikiforos J. Gerenciamento de

riscos em projetos de construção civil. **Gestão e Gerenciamento**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 11, p. 1-12, 2020. Disponível em:

<https://nppg.org.br/revistas/gestaoe gerenciamento/article/view/115/210>. Acesso em: 05 abr. 2021

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. xvii (Engenharia de manutenção).

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA E CONSTRUÇÃO (CBIC). **Catálogo de inovação na construção civil**. Brasília, 2016. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2016.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf). Acesso em: 16 jun. 2021.

CARVALHO, J. D. N. D. Sobre origens e desenvolvimento do concreto. **Tecnológica**, v. 17, p. 19-28, 2008.

CASAQUE, R. C.; QUEIROZ, M. G. R.; SANTOS, C. M.; SEZAR, M. G. R. **Gerenciamento de riscos em projetos de construção civil sob ótica dos principais stakeholders**. São Paulo: FIA, 2003.

CAVALIERI, Adriane; DINSMORE, Paul Campbell. **Como se tornar um profissional em Gerenciamento de Projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011.

CHIAVENATO, I., SAPIRO, A. **Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

CLARK, J. **What is the Internet of Things?** 2016.

CONSTRUCAOCIVILPET. **Uso da Internet das Coisas (IoT) para a Construção Civil**. 18 fev. 2019. Disponível em: <https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2019/02/18/uso-da-internet-das-coisas-para-a-construcao-civil/>. Acesso em: 04 maio 2021.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. **Programação e Controle da Produção: MRP II, ERP Conceitos, uso e implantação**. Base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares Integrados de Gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DATHEIN, R. **Inovações e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas dominantes nos séculos XVIII e XIX**. Porto Alegre: Publicações DECON Textos Didáticos, fev. 2003.

DIAS, L. A. D. M. **Aço e Arquitetura: estudo de edificações no Brasil**. São Paulo: Zigurate, 2001.

E-DIGITAL. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital**. Governo federal, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/estrategiadigital.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

FARAH JÚNIOR, Moisés Francisco. A terceira revolução industrial e o novo paradigma produtivo: algumas considerações sobre o desenvolvimento industrial brasileiro nos anos 90. **FAE**, Curitiba, v. 3, p. 45-61, maio/ago. 2000.

FINEP. **Kevin Aston – entrevista exclusiva com o criador do termo “Internet das Coisas”**, janeiro 2015. Disponível em: <http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/4446-kevin-ashton-entrevista-exclusiva-com-o-criador-do-termo-internet-das-coisas>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FIRJAN. Indústria 4.0: Internet das Coisas. **Cadernos SENAI de Inovação**, Junho 2016.

FIRJAN. **A Indústria 4.0 no Brasil: oportunidades, perspectivas e desafios**. Tendências e Inovação, Rio de Janeiro, Jan. 2019.

FISCHMANN, Adalberto A; ALMEIDA, Martinho Isnard R. de. **Planejamento Estratégico na prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

FDC – FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **O que seria a indústria 4.0?**. 2016. Disponível em: [https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/centro-de-referencia-site/Materiais/O que seria a ind%C3%BAstria 4.0 - Boletim Fevereiro2016.pdf](https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/centro-de-referencia-site/Materiais/O%20que%20seria%20a%20ind%C3%A9ria%204.0%20-%20Boletim%20Fevereiro2016.pdf).

FIA - FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativo**. 2020. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO (FIA). **Internet das coisas: guia completo de A a Z**. 2018. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/internet-das-coisas/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

GOV.BR GOVERNO FEDERAL. **Proteção de Dados – LGPD**. 12 abr. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/aceso-a-informacao/lei-geral-de-protecao-de-dados-pessoais-igpd#:~:text=A%20Lei%20Geral%20de%20Prote%C3%A7%C3%A3o,de%20liberdade%20e%20de%20privacidade>. Acesso em: 16 jun. 2021

GUSMÃO, Gustavo. Betoneira conectada é a prova de que a internet das coisas veio pra ficar. **Exame**, 2018. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/betoneira-conectada-e-prova-de-que-a-internet-das-coisas-veio-para-ficar/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos: Guia para o exame oficial do PMI**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

HUNT, V. D.; PUGLIA, A.; PUGLIA, M. **RFID: A Guide to Radio Frequency Identification**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

JUNIPER RESEARCH. **IoT connections to grow 140% to hit 50 billion by 2022, as edge computing accelerates ROI**. 2018. Disponível em: <https://www.juniperresearch.com/press/iot-connections-to-grow-140pc-to-50-billion-2022>.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KERZNER H. **Strategic planning for project management maturity model**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

LAMEIRINHAS, Gabriel. Sistema IoT para gestão da manutenção, o que devo saber? **Tractian**. Disponível em: <https://traction.com/blog/sistema-iot-para-gestao-da-manutencao>. Acesso em: 17 abr. 2021.

LEITE, José; MARTINS, Paulo; URSINI, Edson. **A Internet das coisas (IoT): Tecnologias e Aplicações**. 2017.

LIMA, Tomás. Wearables na construção civil são uma realidade. **Sienge**, 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/wearables-na-construcao-civil/>. Acesso em 14 abr. 2021.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2008.

MACEDO, Eduardo; **Patologias em obras recentes de construção civil: Análise crítica das causas e consequências**. 2017. 114f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Rio de Janeiro, 2017.

MAGRANI, E. **A Internet das Coisas**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Ed. FGV, 2018.

MAIA, André Luiz. Análise preliminar de riscos em uma obra de construção civil. **Revista Tecnologia & Informação**, Ano1, n.3, p.55-69, jul./out. 2014.

MARTINS, Matheus. Internet das coisas e a Rede 5G. **Smart building**, 2020. Disponível em: <http://sbuilding.com.br/internet-das-coisas-e-a-rede-5g/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MASTROCOLA, Vicente Martin; G. S.; CASTRO, Gisela. Comunicação e consumo nas wearable technologies. **Revista GEMInIS**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 130-147, dez. 2015.

MEDEIROS, Saulo. **Análise SWOT de uma instituição de ensino: Descubra suas fraquezas e oportunidades**. 2016. Disponível em: <http://5seleto.com.br/analise-swot-de-uma-instituicao-de-ensino-descubra-suas-fraquezas-e-oportunidades/>. Acesso em: 17 jun. 2021.

MONTES, Eduardo. **O que é Gerenciamento de Projetos?** 2018. Disponível em: <https://escritoriodeprojetos.com.br/o-que-e-gerenciamento-de-projetos>. Acesso em: 27 abr. 2021.

NERI, R.; ANDRADE, A. **Protocolos para Redes Ad hoc**. 2019.

OBRA PRIMA. **O uso da internet das coisas na construção civil**. 2020. Disponível em: <https://blog.obraprimaweb.com.br/o-uso-da-internet-das-coisas-na-construcao-civil/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

OESTERREICH, Thuy Duong; TEUTEBERG, Frank. **Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry**. Elsevier: [s.n.], 2016. 19 p.

OLIVEIRA, Djalma de P. R. **Planejamento Estratégico – Conceitos, Metodologias e Práticas**. São Paulo: Atlas, 2004.

ORSOLINI, Eduardo P. **Gerenciamento de riscos em projetos de construção civil**. 2017. Trabalho apresentado ao curso de MBA em Gerenciamento Internacional de Projetos, Pós-Graduação *latu sensu* - Departamento dos Cursos de Educação a Distância, Fundação Getúlio Vargas, 2017.

PAIM, André. Gerenciamento de riscos na construção civil. **2B Educação**, 2020. Disponível em: <https://www.editora2b.com.br/blog/gerenciamento-de-riscos-na-construcao-civil>. Acesso em: 28 abr. 2021.

PALHOTA, Thais; **Gestão de prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil**. 2016. 113f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Rio de Janeiro, 2016.

PATEL, Keyur K. et al. Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. **International journal of engineering science and computing**, v. 6, n. 5, p. 6122-6131, 2016.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**; v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

PILAR, Fernanda; ALVES, Gabryella; DUTRA, Jaqueline; SILVA, Mariana; DIAS, Jéssica. **A IoT (Internet of Things) relacionada ao gerenciamento de estoques de empresas voltadas à construção civil**. 2019. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/8298>. Acesso em: 06 maio 2021.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 6. ed. Pennsylvania, 2017.

PMI – PROJECT MANAGAMENT INSTITUTE. **Construction Extension to PMBOK® Guide**. Pennsylvania, USA, 2016.

PwC Brasil. Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no Brasil. **Pesquisa Global indústria 4.0: Relatório Brasil**, 2016. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf> . Acesso em: 16 jun. 2021.

RECOMMENDATION ITU-T Y.2060. **Overview of the Internet of things**. ITU-T – International Telecommunication Union, 2012.

RIBEIRO, D. A. C. **Tecnologias ad vindas da Indústria 4.0 a plicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil**. 2019. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

RIBEIRO, Renato. **O que é XaaS: benefícios e exemplos do modelo de negócio que prevê "tudo como serviço"**. 2020. Disponível em: <https://www.iugu.com/blog/xaas-everyting-as-a-service>.

ROMANO, Matheus. **Entenda o que é IoT na indústria 4.0 e porque isso é uma aposta que vai revolucionar o mercado industrial**. Logique. 2017. Disponível em: <https://www.logiquesistemas.com.br/blog/iot-na-industria-4-0/>.

SANTOS, B. P. et al. **Internet das coisas: da teoria à prática**. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 34., 2016, Salvador, BA. **Anais ...** Salvador, BA, 2016.

SANTOS, H. de P.; STARLING, C. M. D.; ANDERY, P. R. P. **Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e de prazos em obras de edificações públicas municipais**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 225-242, out./dez. 2015.

SILVA, A. D. D. **Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil**. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 15., 2018. **Anais ...** 2018.

SILVA, A. A.; SILVA, N. S.; BARBOSA, V. A.; HENRIQUE, M. R.; BAPTISTA, J. A. A Utilização da Matriz SWOT como Ferramenta Estratégica – um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA (SEGeT), 8.. 2011, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro, 2011.

SILVA, M. B. da. **Proposta de Roteiro para o Gerenciamento de Riscos em Obras Empreitadas de Construção Civil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil, Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, 2008.

SILVA, Thalita C. R. S.; ALENCAR, M. H. **Gestão de Riscos na Indústria da Construção Civil: Proposição de Uso Integrado de Metodologias**. *In*: ENCONTRO

NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 33. 2013, Salvador. **Anais ...** Salvador, 2013.

SILVA, Vanessa Fernanda. **Análise de riscos na construção – Guia de procedimentos para gestão**. 2012. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

SILVEIRA, D. R.; AZEVEDO, E. S.; SOUZA, D. M. de; GOUVINHAS, R. P. Qualidade na construção civil: um estudo de caso em uma empresa de construção civil no Rio Grande do Norte. Curitiba, PR: ABEPRO, 2002.

SILVEIRA, Geovana. O que é a tecnologia RFID e como ela pode ajudar sua empresa? **RFIDBrasil**, 2017. Disponível em: <https://rfidbrasil.com/blog/o-que-e-a-tecnologia-rfid-e-como-ela-pode-ajudar-sua-empresa/>. Acesso em 14 abr. 2021.

SILVEIRA, H. SWOT. In: TARAPANOFF, Kira (org.). **Inteligência Organizacional e Competitiva**. Brasília: Ed. UNB, 2001.

SOUTO, Mario. **O que é front-end e back-end?**. 2019. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/o-que-e-front-end-e-back-end>.

SOUZA, Roberta. Indústrias 4.0 foram mais resilientes à pandemia da Covid-19, de acordo com CNI. **Click Petróleo e Gás**, 2020. Disponível em: <https://clickpetroleoegas.com.br/industrias-4-0-foram-mais-resilientes-a-pandemia-da-covid-19-de-acordo-com-cni/>

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como Reduzir Perdas nos Canteiros**: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil. São Paulo: Pini, 2005.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e Gerenciamento da Manutenção**: Programa e Controle de Manutenção. 4. ed. São Paulo: All Printe, 2011.

TADIM, Kelvis. **O impacto das leis de incentivo na indústria 4.0**. 12 dez. 20019. Disponível em: <http://www.portaltributario.com.br/artigos/o-impacto-das-leis-de-incentivo-na-industria.htm>. Acesso em: 16 jun. 2021.

TEIXEIRA, Fernando A. et al. Siot – defendendo a internet das coisas contra exploits. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 32, 2014, **Anais ...** 2014. p. 589-602.

TSCHOFENIG, H. et al. **Architectural Considerations in Smart Object Networking**. Fremont: IETF - Internet Engineering Task Force, 2015.

VALLE, A. [et al]. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2014.

VIEIRA, Eduardo Eugenio Gouvêa; KAUFFMANN, Roberto. **Construção Civil: Desafios 2020**. [S.l.: s.n.], 2013. 75 p.WA

WAHER, Peter. **Learning internet of things paperback**. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing, 2015.

WEGNER, Philipp. **IoT Analytics, 2021**. Global IoT spending to grow 24% in 2021, led by investments in IoT software and IoT security. Disponível em: <https://iot-analytics.com/2021-global-iot-spending-grow-24-percent/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

ZAFARI, F.; PAPAPANAGIOTOU, I. Enhancing ibeacon based micro-location with particle filtering. *In: IEEE GLOBECOM, 2015, San Diego, CA. Proceedings ... San Diego, CA, 2015.*

ZAFARI, F.; PAPAPANAGIOTOU, I.; CHRISTIDIS, K. Micro-location for internet of things equipped smart buildings. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, n. 1, 2015.

ZAPAROLLI, Domingos. Canteiros de obra high tech. **Pesquisa FAPESP**, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/canteiros-de-obra-high-tech/>. Acesso em: 04 maio 2021.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO

Seção 1:

Riscos na Construção Civil  
X Internet das Coisas

## Relação entre a utilização de tecnologias baseadas na internet das coisas (IoT) e os riscos na construção civil

[UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro] Questionário para TCC - Graduação em Engenharia Civil

Olá, participante!

O objetivo geral do presente trabalho é verificar como as tecnologias baseadas na Internet das Coisas (IoT) poderiam impactar nos empreendimentos da construção civil.

Não se preocupe, suas repostas serão utilizadas somente para fins acadêmicos e de forma a garantir seu sigilo, de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados, a LGPD (Lei nº 13.709/2018).

É importante ressaltar que não existe resposta "certa" ou "errada", somente sua percepção sobre os assuntos abordados, e em torno de 5 minutos você conseguirá finalizar.

Muito obrigada pela sua participação!

Pesquisadora: Vivian Cavalcanti de Matos  
Contato: [vivianmatos.eng@gmail.com](mailto:vivianmatos.eng@gmail.com)  
Telefone: (21) 96649-3298  
Ano: 2021

\*Obrigatório

Você concorda em participar da pesquisa? \*

Sim

Não

Seção 2:

**Faixa etária**

Qual é a sua faixa de idade? \*

até 19 anos

20 a 29 anos

30 a 39 anos

40 a 49 anos

50 a 59 anos

60 anos ou mais

### Seção 3:

**Gênero**

Qual é o seu gênero? \*

Feminino

Masculino

Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 4:

**Localização**

Qual estado do Brasil você trabalha? \*

- Acre (AC)
- Alagoas (AL)
- Amapá (AP)
- Amazonas (AM)
- Bahia (BA)
- Ceará (CE)
- Espírito Santo (ES)
- Goiás (GO)
- Maranhão (MA)
- Mato Grosso (MT)
- Mato Grosso do Sul (MS)
- Minas Gerais (MG)
- Pará (PA)
- Paraíba (PB)
- Paraná (PR)
- Pernambuco (PE)
- Piauí (PI)
- Rio de Janeiro (RJ)
- Rio Grande do Norte (RN)
- Rio Grande do Sul (RS)
- Rondônia (RO)
- Roraima (RR)
- Santa Catarina (SC)
- São Paulo (SP)
- Sergipe (SE)
- Tocantins (TO)

### Seção 5:

**Trabalho no ramo da construção civil**

Você trabalha ou já trabalhou no ramo da Construção Civil? \*

- Sim
- Não

### Seção 6:

**Tempo de trabalho**

Há quanto tempo trabalha ou já trabalhou no ramo da construção civil? \*

- Até 5 anos
- Entre 6 e 10 anos
- Entre 11 e 15 anos
- Entre 16 e 20 anos
- Entre 21 e 25 anos
- Entre 26 e 30 anos
- Entre 31 e 35 anos
- Acima de 35 anos

## Seção 7:

**Cargo**

Sua última função no setor da construção civil é/foi: \*

- Presidente
- Diretor
- Gerente Sênior
- Gerente Júnior
- Coordenador ou Supervisor
- Encarregado
- Líder
- Analista Sênior
- Analista Pleno
- Analista Júnior
- Trainee
- Técnico
- Assistente
- Auxiliar ou Ajudante
- Estagiário
- Outro: \_\_\_\_\_

## Seção 8:

**Porte da construtora**

Qual o porte da empresa de construção civil a qual você trabalha ou trabalhou? \*

Microempreendedor Individual (MEI)

Microempresa (ME)

Empresa de Pequeno Porte (EPP)

Empresa de Médio Porte

Grande Empresa

Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 9:

**Internet das Coisas**

Você utiliza ou já utilizou tecnologias baseadas na Internet das Coisas (IoT) no ramo da Construção Civil? \*

Sim

Não

### Seção 10:

**Técnicas IoT aplicáveis na Construção Civil**

Quais das seguintes técnicas IoT foi/foram utilizadas na sua empresa? \*

Wearables para EPI's: Dispositivos vestíveis para utilização em EPI que transmitem dados de suas atividades

Etiquetas Inteligentes: As etiquetas inteligentes RFID têm vasto emprego na logística, facilitando o controle de estoque por meio da identificação inteligente dos produtos

Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos: Automação do monitoramento dos equipamentos

Betoneira conectada: Os dispositivos monitoram as atividades do veículo e enviam dados para análise em tempo real.

Controle de acesso ao canteiro de obras caso o funcionário tenha documentação/treinamento: Catraca capaz de avaliar em milésimos de segundos se o colaborador possui a documentação completa e todos os treinamentos necessários antes de liberar o seu acesso ao canteiro.

Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas: Tecnologias permitem aos administradores acompanhar em tempo real a integridade de pontes, viadutos e outras estruturas por meio de sensores sem fio.

Smart buildings (edificações inteligentes): Edificações Inteligentes com controle integrado a dispositivos de automação

Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 11:

**Ameaças na construção**

Quais riscos já vivenciou na empresa, no ramo da construção civil, em que trabalha / já trabalhou? \*

- Não cumprimento do orçamento estipulado
- Atraso na execução do cronograma
- Acidentes de trabalho
- Problemas de qualidade da construção
- Erros no projeto
- Problemas patológicos na estrutura
- Problemas na gestão de estoque de materiais (falta de material ou estoque exagerado)
- Falhas nos equipamentos durante a execução da obra
- Furto/extravio na obra
- Outro: \_\_\_\_\_

## Seção 12:

**Grau de contribuição para mitigar riscos**

Em que grau você consegue estimar que a IoT pode contribuir para mitigar um risco na construção civil: (1 - desprezível, 2 - mínima, 3 - regular, 4 - considerável, 5 - excepcional) \*

1            2            3            4            5  
               

## Seção 13:

**Técnicas capazes de mitigar riscos na construção civil**

Caso a ajuda da IoT não tenha sido desprezível, qual/quais das tecnologias citadas têm/tiveram a capacidade de contribuir para mitigar um risco na construção civil? \*

- Dispositivos vestíveis para utilização em EPI
- Etiquetas Inteligentes
- Sensores de IoT para manutenção preditiva dos equipamentos
- Betoneira conectada
- Controle de acesso ao canteiro de obras
- Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas
- Edificações Inteligentes
- Nenhuma técnica de IoT mitigou riscos
- Outro: \_\_\_\_\_

## Seção 14:

**Grau de contribuição IoT para aumentar oportunidades**

Em que grau você consegue estimar que a IoT pode contribuir para gerar oportunidades de melhorias de um empreendimento na construção civil: (1 – melhora desprezível, 2 – melhora mínima, 3 – melhora regular, 4 melhora considerável, 5 melhora excepcional) \*

1            2            3            4            5

### Seção 15:

**Técnicas capazes de aumentar oportunidades na construção civil**

Caso a contribuição não tenha sido desprezível, qual/quais das tecnologias citadas têm/tiveram a capacidade de contribuir para a geração de oportunidades na construção civil? \*

- Dispositivos vestíveis para utilização em EPI
- Etiquetas Inteligentes
- Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos
- Betoneira conectada
- Controle de acesso ao canteiro de obras
- Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas
- Edificações Inteligentes
- Nenhuma técnica alavancou oportunidades de melhoria
- Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 16:

**Grau de importância das técnicas IoT**

Das técnicas de IoT mencionadas, estabeleça o grau de importância em uma escala de 1 a 5, onde 1 é sem importância e 5 é muito importante. (Caso esteja pelo celular, role a tela para a direita para visualizar todas as respostas) \*

	1	2	3	4	5	Caso não conheça a técnica assinale esta opção
Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	<input type="radio"/>					
Etiquetas Inteligentes	<input type="radio"/>					
Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	<input type="radio"/>					
Betoneira conectada	<input type="radio"/>					
Controle de acesso ao canteiro de obras	<input type="radio"/>					
Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	<input type="radio"/>					
Edificações Inteligentes	<input type="radio"/>					

### Seção 17:

**Três técnicas mais utilizadas**

Se você tivesse que escolher três técnicas IoT para utilização na sua empresa, quais você escolheria? \*

Dispositivos vestíveis para utilização em EPI

Etiquetas Inteligentes

Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos

Betoneira conectada

Controle de acesso ao canteiro de obras

Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas

Edificações Inteligentes

Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 18:

**Três técnicas menos utilizadas**

Se você tivesse que escolher três técnicas IoT para NÃO utilização na sua empresa, quais você escolheria? \*

- Dispositivos vestíveis para utilização em EPI
- Etiquetas Inteligentes
- Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos
- Betoneira conectada
- Controle de acesso ao canteiro de obras
- Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas
- Edificações Inteligentes
- Outro: \_\_\_\_\_

## Seção 19:

**Motivo(s) para não utilização da IoT**

Qual(is) é(são) o(s) seu(s) maior(res) motivo(s) para a NÃO utilização de dispositivos com tecnologia IoT? \*

- Falta de escalabilidade, ie, ausência da possibilidade de crescimento da empresa com agregação de valor e sem aumentar custos
- Falta de segurança na informação
- Problemas com a privacidade
- Problemas com a manutenção do dispositivo
- Outro: \_\_\_\_\_

## Seção 20:

**Motivo(s) para utilização da IoT**

Qual(is) é(são) o(s) seu(s) maior(es) motivo(s) na utilização de dispositivos com tecnologia IoT? \*

- Melhoria da qualidade do canteiro de obras
- Melhoria da segurança do canteiro de obras
- Melhoria na precisão de dados no estoque do canteiro de obras
- Diminuição os custos com reposições desnecessárias no estoque do canteiro de obras
- Determinação do endereçamento exato de cada equipamento
- Otimização no uso do maquinário
- Acompanhamento das máquinas em tempo real
- Otimização do tempo
- Menor perda de materiais
- Melhor produtividade dos colaboradores
- Controle de acesso ao canteiro de obras
- Redução de desastres
- Acompanhamento em tempo real da integridade das estruturas
- Outro: \_\_\_\_\_

### Seção 21:

**Fim**

Muito obrigada pela participação!

O que você gostaria de relatar para contribuir com o assunto em questão? Caso queira receber o resultado deste trabalho, deixe seu e-mail abaixo.

Sua resposta \_\_\_\_\_

### Seção 22:

**Fim**

Muito obrigada por participar da pesquisa! Infelizmente, dados referente à quem nunca trabalhou na Construção Civil fogem do propósito do trabalho. Mas ainda assim, muito obrigada pela disponibilidade!

**APÊNDICE B – QUADROS GERADOS A PARTIR DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO**

<b>Variáveis</b>	<b>Alternativas</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Faixa etária de todos os respondentes	Até 19 anos	0	0,0%
	De 20 a 29 anos	46	39,7%
	De 30 a 39 anos	30	25,9%
	De 40 a 49 anos	26	22,4%
	De 50 a 59 anos	9	7,8%
	60 anos ou mais	5	4,3%
Gênero de todos os respondentes	Feminino	35	30,2%
	Masculino	81	69,8%
	Outros	0	0,0%
Estado no qual todos os respondentes trabalham	Acre (AC)	0	0,0%
	Alagoas (AL)	0	0,0%
	Amapá (AP)	0	0,0%
	Amazonas (AM)	0	0,0%
	Bahia (BA)	0	0,0%
	Ceará (CE)	1	0,9%
	Espírito Santo (ES)	3	2,6%
	Goiás (GO)	0	0,0%
	Maranhão (MA)	0	0,0%
	Mato Grosso (MT)	0	0,0%
	Mato Grosso do Sul (MS)	1	0,9%
	Minas Gerais (MG)	26	22,4%
	Pará (PA)	3	2,6%
	Paraíba (PB)	1	0,9%
	Paraná (PR)	1	0,9%
	Pernambuco (PE)	0	0,0%
	Piauí (PI)	1	0,9%
	Rio de Janeiro (RJ)	54	46,6%
	Rio Grande do Norte (RN)	2	1,7%
	Rio Grande do Sul (RS)	1	0,9%
	Rondônia (RO)	1	0,9%
	Roraima (RR)	0	0,0%
	Santa Catarina (SC)	0	0,0%
	São Paulo (SP)	21	18,1%
	Sergipe (SE)	0	0,0%
	Tocantins (TO)	0	0,0%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Trabalho no ramo da construção civil	Sim	100	86,2%
	Não	16	13,8%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Tempo de trabalho na construção civil	Até 5 anos	37	37%
	Entre 6 e 10 anos	29	29%
	Entre 11 e 15 anos	17	17%
	Entre 16 e 20 anos	6	6%
	Entre 21 e 25 anos	4	4%
	Entre 26 e 30 anos	2	2%
	Entre 31 e 35 anos	0	0%
	Acima de 35 anos	5	5%
Última função no setor da construção civil	Presidente	1	1%
	Diretor	3	3%
	Gerente Sênior	9	9%
	Gerente Júnior	4	4%
	Coordenador ou Supervisor	17	17%
	Encarregado	1	1%
	Líder	2	2%
	Analista Sênior	7	7%
	Analista Pleno	9	9%
	Analista Júnior	4	4%
	Trainee	7	7%
	Técnico	8	8%
	Assistente	6	6%
	Auxiliar ou Ajudante	2	2%
	Estagiário	7	7%
	Outros - Engenheiro Civil	4	4%
	Outros - Engenheiro de Planejamento	1	1%
	Outros - Professora e arquiteta	1	1%
	Outros - Engenheira de Segurança de Barragens	1	1%
	Outros - Fornecedor	1	1%
Outros - Engenheira civil atuando na área de orçamento	1	1%	
Outros - Professor da área	1	1%	
Outros - Autônomo	1	1%	

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
	Outros - Engenheiro na Universidade Federal do Pará	1	1%
	Outros - Auxiliar na área Comercial	1	1%
Porte da empresa de construção civil onde trabalhou ou trabalha	Microempreendedor Individual (MEI)	2	2%
	Microempresa (ME)	7	7%
	Empresa de Pequeno Porte (EPP)	21	21%
	Empresa de Médio Porte	22	22%
	Grande Empresa	40	40%
	Outros - Empresa de fundação (respondente não informou o porte)	1	1%
	Outros - Autarquia	1	1%
	Outros - Eireli	2	2%
	Outros - Prefeitura Municipal de Macaé	1	1%
	Outros - Indústria (respondente não informou o porte da indústria)	1	1%
	Outros - Universidade Federal	2	2%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Utilização de dispositivos IoT na construção civil	Sim	33	33%
	Não	67	67%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Motivos para a NÃO utilização de dispositivos IoT na construção civil	Falta de escalabilidade, ie, ausência da possibilidade de crescimento da empresa com agregação de valor e sem aumentar custos	24	35,8%
	Falta de segurança na informação	4	6,0%
	Problemas com a privacidade	6	9,0%
	Problemas com a manutenção do dispositivo	9	13,4%
	Outros - Desconhecimento da tecnologia	12	17,9%
	Outros - Falta de precisão nos dados	1	1,5%
	Outros - Falta de domínio da tecnologia	1	1,5%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
	Outros - Falta de oportunidade/acesso	6	9,0%
	Outros - Tecnologia não madura e/ou não disponível na época em que trabalhou	4	6,0%
	Outros - Há o interesse mas foge do foco da empresa	1	1,5%
	Outros - Não faz parte da área do respondente	2	3,0%
	Outros - Alto custo	2	3,0%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Técnicas IoT utilizadas pelos respondentes	<b>Wearables para EPI's:</b> Dispositivos vestíveis para utilização em EPI que transmitem dados de suas atividades	8	24,2%
	<b>Etiquetas Inteligentes:</b> As etiquetas inteligentes RFID têm vasto emprego na logística, facilitando o controle de estoque por meio da identificação inteligente dos produtos	19	57,6%
	<b>Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos:</b> Automação do monitoramento dos equipamentos	14	42,4%
	<b>Betoneira conectada:</b> Os dispositivos monitoram as atividades do veículo e enviam dados para análise em tempo real.	3	9,1%
	<b>Controle de acesso ao canteiro de obras caso o funcionário tenha documentação/treinamento:</b> Catraca capaz de avaliar em milésimos de segundos se o colaborador possui a documentação completa e todos os treinamentos necessários antes de liberar o seu acesso ao canteiro.	15	45,5%
	<b>Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas:</b> Tecnologias permitem aos administradores acompanhar em tempo real a integridade de pontes, viadutos e outras estruturas por meio de sensores sem fio.	5	15,2%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
	<b>Smart buildings (edificações inteligentes):</b> Edificações Inteligentes com controle integrado a dispositivos de automação	6	18,2%
	<b>Outros - ERP:</b> Sistema de gestão integrado, o sistema atua no suporte dos processos referentes a construção civil (projetos arquitetônicos, reformas, demolição) no ERP é possível alimentar o sistema com dados referente as construções, como responsável técnico, metragens e dados adicionais relacionados as construções.	1	3,0%
	<b>Outros - Integração IoT e BIM</b>	1	3,0%
	<b>Outros - Caminhões com RFID</b>	1	3,0%
	<b>Outros - Controle e apontamento de produção via dispositivos móveis</b>	1	3,0%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
	Não cumprimento do orçamento estipulado	21	63,6%
	Atraso na execução do cronograma	26	78,8%
	Acidentes de trabalho	15	45,5%
	Problemas de qualidade da construção	11	33,3%
	Erros no projeto	14	42,4%
	Problemas patológicos na estrutura	11	33,3%
	Problemas na gestão de estoque de materiais (falta de material ou estoque exagerado)	19	57,6%
	Falhas nos equipamentos durante a execução da obra	17	51,5%
	Furto/extravio na obra	20	60,6%
	Outros - Não cumprimento de requisitos/pendências que atrasam os processos	1	3,0%
	Outros - Falha na comunicação entre as contratadas, gerando falha no fluxo de informações e retrabalho	1	3,0%
	Outros - Falta de controle de documentação legal e fiscal	1	3,0%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Grau de contribuição para mitigar riscos	1	0	0,0%
	2	1	3,0%
	3	0	0,0%
	4	13	39,4%
	5	19	57,6%

Técnicas capazes de mitigar riscos na construção civil	Alternativas	Frequência	Percentual
	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	17	51,5%
	Etiquetas Inteligentes	21	63,6%
	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	22	66,7%
	Betoneira conectada	8	24,2%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	21	63,6%
	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	16	48,5%
	Edificações inteligentes	15	45,5%
	Nenhuma técnica de IoT mitigou riscos	4	12,1%
	Outros - Maior suporte técnico	1	3,0%

Variáveis	Alternativas	Frequência	Percentual
Grau de contribuição IoT para aumentar oportunidades	1	0	0,0%
	2	0	0,0%
	3	0	0,0%
	4	10	30,3%
	5	23	69,7%

Técnicas capazes de aumentar oportunidades na construção civil	Alternativas	Frequência	Percentual
	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	15	45,5%
	Etiquetas Inteligentes	21	63,6%
	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	20	60,6%
	Betoneira conectada	10	30,3%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	17	51,5%
	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	17	51,5%
	Edificações inteligentes	15	45,5%
	Nenhuma técnica alavancou oportunidades de melhoria	3	9,1%
	Outros - Softwares de gestão de projetos	1	3,0%

Técnicas capazes de aumentar oportunidades na construção civil	Alternativas		Frequência	Percentual
	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	1	0	0,0%
		2	1	3,0%
		3	7	21,2%
		4	12	36,4%
		5	8	24,2%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	5	15,2%
	Etiquetas Inteligentes	1	0	0,0%
		2	0	0,0%
		3	4	12,1%
		4	13	39,4%
		5	12	36,4%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	4	12,1%
	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	1	0	0,0%
		2	0	0,0%
		3	3	9,1%
		4	7	21,2%
		5	18	54,5%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	5	15,2%
	Betoneira conectada	1	1	3,0%
		2	2	6,1%
		3	2	6,1%
		4	11	33,3%

		5	9	27,3%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	8	24,2%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	1	0	0,0%
		2	0	0,0%
		3	6	18,2%
		4	6	18,2%
		5	16	48,5%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	5	15,2%
	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	1	0	0,0%
		2	0	0,0%
		3	4	12,1%
		4	6	18,2%
		5	16	48,5%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	7	21,2%
	Edificações Inteligentes	1	0	0,0%
		2	0	0,0%
		3	2	6,1%
		4	8	24,2%
		5	18	54,5%
		Caso não conheça a técnica assinale esta opção	5	15,2%

Três técnicas mais utilizadas	Alternativas	Frequência	Percentual
	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	11	33,3%
	Etiquetas Inteligentes	10	30,3%
	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	19	57,6%
	Betoneira conectada	5	15,2%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	17	51,5%
	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	19	57,6%
	Edificações inteligentes	16	48,5%
	Outros - Integração com BIM	1	3,0%
	Outros - ERP com maior suporte técnico e acesso remoto	1	3,0%

Três técnicas menos utilizadas	Alternativas	Frequência	Percentual
	Dispositivos vestíveis para utilização em EPI	19	57,6%
	Etiquetas Inteligentes	18	54,5%
	Sensores de IoT para manutenção preditiva de equipamentos	9	27,3%
	Betoneira conectada	21	63,6%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	7	21,2%
	Sensores de IoT para acompanhar a integridade das estruturas	8	24,2%
	Edificações inteligentes	13	39,4%
	Outros - Não tenho a terceira opção	1	3,0%
	Outros - Nenhuma opção deve ser desprezada	3	9,1%

Motivos para utilização de IoT na construção civil	Alternativas	Frequência	Percentual
	Melhoria da qualidade do canteiro de obras	19	57,6%
	Melhoria da segurança do canteiro de obras	25	75,8%
	Melhoria na precisão de dados no estoque do canteiro de obras	19	57,6%
	Diminuição os custos com reposições desnecessárias no estoque do canteiro de obras	18	54,5%
	Determinação do endereçamento exato de cada equipamento	13	39,4%
	Otimização no uso do maquinário	19	57,6%
	Acompanhamento das máquinas em tempo real	16	48,5%
	Otimização do tempo	22	66,7%
	Menor perda de materiais	20	60,6%
	Melhor produtividade dos colaboradores	23	69,7%
	Controle de acesso ao canteiro de obras	18	54,5%
	Redução de desastres	21	63,6%
Acompanhamento em tempo real da integridade das estruturas	12	36,4%	