



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**Taynara Zortea**

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO  
DE OBRAS NO CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO 4.0**

Florianópolis – SC  
2022

Taynara Zortea

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO  
DE OBRAS NO CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Eduardo Lobo, Dr.

Florianópolis – SC  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zortea, Taynara

Proposta de um modelo para acompanhamento e fiscalização de obras no cenário da construção 4.0 / Taynara Zortea ; orientador, Eduardo Lobo, 2022.

77 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Construção 4.0 Fiscalização Norma Regulamentadora NR 18. I. Lobo, Eduardo . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Taynara Zortea

**Proposta de um Modelo para Acompanhamento e Fiscalização de Obras no Cenário da Construção 4.0**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 9 de março de 2022.

Professora Liane Ramos da Silva, Dra.  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
EDUARDO LOBO  
Data: 24/03/2022 17:36:22-0300  
CPF: 597.029.580-91  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Professor Eduardo Lobo, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Professora Cristine do Nascimento Mutti, PhD.  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Haidi Rauber Martendal  
Avaliadora  
Mestranda PPGTG/UFSC

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Alcir e Rosane, e à minha avó, Filomena, por todo incentivo e amor ao longo de minha trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Alcir e Rosane, e à minha avó, Filomena, por terem me ensinado a nunca desistir dos meus sonhos e por não medirem esforços para eu ter a virtude de estudar na universidade que sempre sonhei. Ao meu irmão Alysson pelo apoio e carinho em todos os momentos. Todas as minhas conquistas, toda a minha vida é dedicada a vocês.

Agradeço à minha amiga-irmã, Patrícia, pelo apoio, ajuda nos trabalhos e por todo o carinho e amor que sempre nos manteve unidas durante esses mais de 20 anos de amizade. A todos os amigos que estiveram presentes nessa fase pela amizade, companheirismo e ocasiões especiais.

Agradeço especialmente aos meus amigos Sophia e Diego pelo apoio e carinho, pela companhia de estudo e por todos os momentos compartilhados durante essa jornada.

Ao meu orientador, professor Eduardo Lobo, por toda a disponibilidade e incentivo, pela prontidão em responder às minhas dúvidas e, principalmente, pela atenção que me concedeu ao longo dessa trajetória.

Às empresas Belmmen e Magno Martins Engenharia pela oportunidade de estágio, com as quais pude aprender muito e compartilhar experiências com amigos que levarei para a vida.

À UFSC por todo o conhecimento adquirido. Aos professores da graduação que, ao longo desses anos, contribuíram para minha formação tanto pessoal quanto profissional.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para essa conquista, meu muito obrigada!

Eu, agora – que desfecho!  
Já nem penso mais em ti...  
Mas será que nunca deixo  
De lembrar que te esqueci?  
(QUINTANA, 2005)

## RESUMO

Ao longo dos anos, buscou-se, por meio das Revoluções Industriais, o desenvolvimento de tecnologias capazes de melhorar a produtividade nas empresas, além de otimizar tempo e custos. De acordo com publicações recentes, afirma-se que atualmente é vivenciada a quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, na qual vem sendo explorado o uso de ferramentas tecnológicas para alavancar os índices de produção e de qualidade nas empresas. No setor da construção civil, essa quarta revolução dá origem ao termo Construção 4.0. Embora, no cenário brasileiro, o setor da construção civil represente uma parcela significativa dos vínculos empregatícios, muitas empresas ainda apresentam resistência quanto ao uso de tecnologias e filosofias, sendo regidas por sistemas tradicionais e pouco eficientes. Alinhado a isso, tem-se o descumprimento das normas regulamentadoras, culminando na falta de segurança dos funcionários e, conseqüentemente, no significativo índice de acidentes. Neste trabalho, busca-se relacionar a fiscalização da segurança no trabalho, por meio da Norma Regulamentadora NR-18, com o cenário da Construção 4.0, objetivando, assim, a identificação de elementos necessários para o desenvolvimento de um aplicativo de fiscalização e controle da NR-18 no cenário da Indústria 4.0. Para tanto, efetuou-se uma revisão bibliográfica e documental com o intuito de apresentar elementos capazes de auxiliar no desenvolvimento de uma ferramenta eficaz para assessorar empresas e órgãos públicos na fiscalização da NR-18. O modelo proposto baseia-se no cubo de COBIT, apresentando uma visão tridimensional dos aspectos identificados como essenciais para que o resultado seja fiel ao esperado. Além disso, foi realizada uma entrevista com um gestor responsável pela fiscalização da NR-18 nas empresas, com o intuito de conhecer como funciona esse processo, reforçando a viabilidade da implementação de um instrumento, o qual possa vir inovar o acompanhamento de obras na construção civil.

**Palavras-chave:** Construção 4.0. Norma Regulamentadora NR-18. Fiscalização. Aplicativo.

## ABSTRACT

Over the years, the Industrial Revolutions sought to develop technologies capable of improving productivity in companies, in addition to optimizing time and costs. According to recent publications, the fourth Industrial Revolution – also known as Industry 4.0 – is currently being experienced, in which the use of technological tools to improve production and quality rates in companies is explored. In the construction industry this fourth revolution gives rise to the term Construction 4.0. Although the construction sector represents a significant portion of the employment contracts in Brazil, many companies still show resistance to the use of technologies and philosophies, being governed by traditional and inefficient systems. In line with this, there is failure to comply with regulatory standards, which culminates in lack of employee safety and, consequently, a significant accident rate. In this study, workplace safety inspection, through Regulatory Standard 18 (NR-18) is related to the Construction 4.0 scenario, thus aiming to identify the necessary elements for the development of an (NR-18) inspection and control application in the industry 4.0 scenario. Therefore, a bibliographic and documentary review was carried out in order to identify elements capable of assisting in the development of an effective tool that assists companies and public bodies in the inspection of NR-18. The proposed model is based on the COBIT cube, presenting a three-dimensional view of the aspects identified as essential for obtaining the expected results. In addition, an interview was conducted with a supervisor responsible for the NR-18 inspection in companies with the aim of understanding how this process works and reinforcing the feasibility of implementing an instrument that can innovate construction monitoring.

**Keywords:** Construction 4.0. Regulatory Norm NR-18. Inspection. Application.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O cubo de COBIT .....	59
Figura 2 – Modelo proposto .....	61
Figura 3 – Setores mais fiscalizados em 2016.....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de tipos de pesquisa.....	40
Quadro 2 – Atualizações da Norma Regulamentadora NR-18.....	44
Quadro 3 – Principais diferenças entre o PCMAT e o PGR .....	46
Quadro 4 – Principais itens expostos na NR-18 referentes às áreas de vivência.....	47
Quadro 5 – Principais itens expostos na NR-18 referentes às etapas da obra.....	49
Quadro 6 – Principais itens relacionados à carpintaria e à armação da NR-18.....	50
Quadro 7 – Principais itens relacionados às estruturas de concreto da NR-18 .....	51
Quadro 8 – Principais itens relacionados às estruturas metálicas da NR-18.....	52
Quadro 9 – Principais itens e mudanças relacionadas a escadas, rampas e passarelas .....	52
Quadro 10 – Principais itens e mudanças relacionados às medidas de proteção contra quedas de altura.....	54
Quadro 11 – Alterações na NR-18 relacionadas a andaimes e plataformas de trabalho.....	55
Quadro 12 – Elementos técnicos, de gestão e regulatórios aplicados à versão atual da NR-18 .....	61

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEAT – Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho

BIM – Building Information Modeling

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

COBIT – Control Objectives for Information and related Technology

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

IPD – Integrated Project Delivery

KPI – Key Performance Index

PIB – Produto Interno Bruto

RFID – Radio Frequency Identification

RH – Recursos Humanos

SST – Segurança e Saúde do Trabalho

SGSST – Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
<b>1.1.1 Indústria e Construção 4.0</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1.2 Lean Construction</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.3 Engenharia de Segurança e a NR-18</b> .....	<b>17</b>
1.2 OBJETIVOS.....	18
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>18</b>
1.3 JUSTIFICATIVA.....	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
1.5 ESCOPO DO TRABALHO.....	20
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>21</b>
2.1 INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO.....	21
2.2 CONCEITO DA FILOSOFIA <i>LEAN</i> E DO <i>LEAN CONSTRUCTION</i> , SEUS MÉTODOS E CARACTERÍSTICAS.....	21
<b>2.2.1 Lean Production</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.2 Lean Construction</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.3 Fluxos da Construção</b> .....	<b>25</b>
2.3 A INDÚSTRIA 4.0 E A BUSCA POR UM CONCEITO PARA A CONSTRUÇÃO 4.0.....	25
<b>2.3.1 Indústria 4.0 (Histórico e Características)</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.2 Tecnologia na Indústria 4.0</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.3 A Busca de um Conceito para a Construção 4.0</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.4 Benefícios da Construção 4.0</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.5 Desafios da Construção 4.0</b> .....	<b>30</b>
2.4 ENGENHARIA DE SEGURANÇA.....	31
<b>2.4.1 Segurança e Saúde do Trabalho</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.2 Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4.3 Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)</b> 34	
<b>2.4.4 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)</b> .....	<b>35</b>
2.5 NORMA REGULAMENTADORA – NR-18.....	36
<b>2.5.1 Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT)</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5.2 Alterações na NR-18</b> .....	<b>37</b>

2.6 CONVERGÊNCIA ENTRE GESTÃO INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEGURANÇA.....	38
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>40</b>
3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA.....	40
3.2 FINALIDADE .....	41
3.3 MEIOS UTILIZADOS .....	41
<b>4 ANÁLISE DA NR-18 .....</b>	<b>43</b>
4.1 HISTÓRICO DA NR-18 .....	43
4.2 A NOVA NR-18 .....	45
4.3 PRINCIPAIS ITENS E MUDANÇAS.....	46
<b>4.3.1 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.2 Áreas de Vivência .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3.3 Instalações Elétricas .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.4 Etapas da Obra.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.5 Carpintaria e Armação .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.6 Estruturas de Concreto .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.7 Estruturas Metálicas .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.8 Escadas, Rampas e Passarelas .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.9 Medidas de Proteção Contra Quedas de Altura.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.10 Andaimos e Plataformas de Trabalho.....</b>	<b>55</b>
4.4 IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS PARA PROPOSTA DE MODELO .....	57
<b>4.4.1 Modelo Tridimensional COBIT.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.2 Proposta de Modelo para Desenvolvimento de um Aplicativo para Fiscalização e Controle da NR-18 .....</b>	<b>59</b>
4.5 AS MELHORES PRÁTICAS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS RELACIONADAS À SEGURANÇA no brasil.....	63
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>66</b>
5.1 CONCLUSÕES .....	66
<b>5.1.1 Quanto aos Objetivos .....</b>	<b>67</b>
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES .....	68
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO A – Entrevista com Auditor Fiscal do Trabalho .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da geração de empregos e renda, o setor da construção civil pode ser visto como fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país, visto que um dos objetivos seria o de proporcionar o bem-estar da população. Relacionados a isso, encontram-se os segmentos tecnológicos, os quais são importantes aliados na busca pela eficiência, pela qualidade e pela melhor gestão das atividades desenvolvidas no cenário da construção civil.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A construção civil é um dos principais setores industriais e, conseqüentemente, apresenta significativa contribuição para a economia mundial. Observa-se que aproximadamente 7% da população mundial ativa atuam no ramo da construção civil e geram em torno de 11 trilhões de dólares para a economia global (SIENGE, 2020). No cenário brasileiro, o PIB da construção civil apresentou um aumento de 2,1% no primeiro trimestre de 2021, e o PIB nacional cresceu 1,2% no mesmo período, evidenciando a importância do setor para a economia nacional (CBIC, 2021).

Ao participar de forma ativa para a manutenção da economia de um país, a construção civil é responsável pela geração de empregos e renda, impostos, além de desempenhar papel fundamental na busca constante por inovações tecnológicas capazes de facilitar o desenvolvimento e a operação de um empreendimento.

Dessa forma, acredita-se que a abordagem de conceitos relacionados à tecnologia na construção civil e os sistemas de gestão e segurança são importantes aliados na busca pela maior produtividade e otimização de processos e custos.

#### 1.1.1 Indústria e Construção 4.0

Sabe-se que, historicamente, o desenvolvimento tecnológico ocasionou diversas mudanças na condução dos sistemas de trabalho. Por meio das indústrias, o cenário econômico mundial se deparou com a busca constante por invenções, a fim de se adaptar ao novo ritmo trabalhista. Essa evolução, ao longo do tempo, resultante das adaptações no sistema empresarial, foi classificada como Revolução Industrial.

Em meados do século XVII, a primeira Revolução Industrial se caracterizou pela invenção da máquina a vapor, bem como a instauração da mecanização nas empresas. No século

XIX, a segunda Revolução Industrial refere-se à instauração da produção em massa por meio do uso de eletricidade e de linhas de montagem. Em meados do século XX, a terceira Revolução Industrial é representada pelo uso da tecnologia de informação como forma de reestruturar e de automatizar as operações. A quarta Revolução Industrial conecta o uso da digitalização e do ser humano por meio dos sistemas ciberfísicos (NOWOTARSKI; PASLAWSKI, 2017).

Segundo Kagermann *et al.* (2013), a chamada Indústria 4.0 surge como forma do governo alemão promover o uso da tecnologia de ponta, a fim de aumentar a competição na indústria manufatureira. Para Nowotarski e Paslawski (2017), a Indústria 4.0 seria a quarta Revolução Industrial, tendo como objetivo principal a integração dos processos de produção com as tecnologias e técnicas de informação. Já para Lau *et al.* (2019), a quarta Revolução Industrial seria o próximo nível de digitalização em que as máquinas ou os sistemas são capazes de aprender, de se comunicar e de se aprimorar a partir das experiências precedentes, não havendo a necessidade de serem programados de forma explícita.

No cenário da construção civil, a quarta Revolução Industrial é conhecida como Construção 4.0. Nesse contexto, encontram-se ferramentas capazes de promover o aumento na competitividade, otimizar tempo e custos, além de melhorar o índice de produtividade.

Entre os métodos utilizados para reformular o ambiente da construção, está o uso do Building Information Modelling (BIM). Esses *softwares* de tecnologia promovem a criação de um modelo virtual do empreendimento por meio da colaboração de profissionais, desde a análise de viabilidade até a operação.

Entre as tendências para esse mercado, está o aumento no uso de inteligência artificial, a qual pode oferecer uma melhora na análise de dados, no acompanhamento de obras e na gestão. O uso recorrente de drones para levantamentos de dados e inspeção de obras também ganhou notoriedade, principalmente durante a pandemia de COVID-19, já que a interação pessoal foi restrita.

### ***1.1.2 Lean Construction***

Acredita-se que o sistema *Lean* pode ser compreendido como uma filosofia que, ao ser implantada numa empresa, auxilia na resolução de problemas relacionados à gestão e à otimização de tempo e de custos. Com base nesse sistema, é possível obter resultados satisfatórios com ênfase para o setor da construção civil, desde a concepção do projeto até a execução da obra.

O Sistema Toyota de Produção, o qual defende o ideal de produzir com qualidade e sem desperdícios, serviu de base para a propagação do *Lean Production* (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Essa produção enxuta foi referência para a implementar o *Lean Thinking*, visando a uma produção em larga escala com menos recursos (WOMACK; JONES, 1998).

A partir dos ideais estabelecidos no *Lean Thinking*, tornou-se possível a implementação de *Lean Construction*, visando à melhora nas operações desenvolvidas em todas as etapas no ramo da construção civil (FORMOSO, 2001).

O *Lean Construction* tende a buscar que a concepção de uma obra seja feita respeitando os requisitos de qualidade e de segurança e com prazos mais curtos.

Desde a publicação de um artigo, em 1992, o qual aborda a implantação da filosofia *Lean* no cenário da construção civil, Lauri Koskela ganhou notoriedade devido ao impacto causado por seus estudos quanto à eficácia da aplicação de tal método.

Com a difusão da técnica *Lean Construction* estando cada vez mais presente no setor de construção civil, observou-se uma melhora significativa em empresas que implementaram o método. Um relatório divulgado pela McGraw Hill Construction, em 2013, aponta que mais de 70% dessas empresas alcançaram bons resultados, decorrentes da construção com maior qualidade, produtividade, melhor gerenciamento de riscos e maior satisfação do cliente.

### **1.1.3 Engenharia de Segurança e a NR-18**

O termo “trabalho” pode ser compreendido como um processo que resulta na produção de bens úteis e duráveis, facilita a vida humana e torna-se encerrado ao passo que um objeto é finalizado (ARENDDT, 2007). As atividades desenvolvidas no trabalho foram sendo modificadas ao longo da história, passando pelo cenário primitivo até o uso de tecnologias na atualidade.

Sabe-se que ao passo que o ritmo trabalhista avançava, tornava-se maior o índice de fatalidades no ambiente fabril. Com o passar dos anos, acidentes decorrentes das más condições de trabalho eram recorrentes nas indústrias, implicando busca pela inserção de medidas as quais poderiam assegurar o bem-estar do trabalhador. No entanto, era necessário que tanto funcionários quanto empregadores colaborassem para a prevenção de acidentes de trabalho por meio da conscientização e do cumprimento de leis trabalhistas.

Acredita-se que, no Brasil, com o intuito de diminuir a incidência desse tipo de acidente, bem como melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, na década de 1970, foram instauradas as Normas Regulamentadoras (NR). Essas NRs são incumbidas de orientar

empregados e empresas quanto aos direitos e aos deveres a serem seguidos no ambiente de trabalho, nos diversos segmentos econômicos do país.

Observa-se que, referente à construção civil, a instauração da NR-18 (BRASIL, 1978) foi responsável por estabelecer orientações de ordem administrativa e organizacional que visam a implementar condições de controle e medidas de segurança no canteiro de obra.

Recentemente atualizada, a NR-18 se apresenta de forma mais objetiva e com ajustes decorrentes das práticas e das tecnologias atuais. Segundo dados do governo brasileiro, estima-se que cerca de 2 milhões de trabalhadores formais e 400 mil empreendimentos do setor da construção civil se beneficiarão pelas mudanças inseridas (BRASIL, 2020).

Segundo a nova NR-18, agora exige-se a concepção de um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), o qual possibilita que o responsável pela obra gerencie os riscos.

Nesse contexto, considerando-se os conceitos da Construção 4.0 e de *Lean Construction*, além das tendências observadas na indústria da construção civil no sentido de otimizar processos e ainda os aspectos inerentes à Engenharia de Segurança, em especial a nova Norma Regulamentadora, NR-18, chega-se à pergunta de pesquisa que norteia o desenvolvimento deste trabalho: **Quais os elementos determinantes para acompanhamento e fiscalização da NR-18 no cenário da Indústria 4.0?**

## 1.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos geral e específicos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar os elementos para a proposta de um modelo para acompanhamento e fiscalização da NR-18 no cenário da Indústria 4.0.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Abordar o tema segurança no trabalho na construção civil 4.0;
- b) Analisar os principais itens da NR-18 e suas recentes atualizações;

- c) Identificar as melhores práticas e/ou aplicações tecnológicas relacionadas à segurança;
- d) Propor um modelo para o desenvolvimento de um aplicativo para o acompanhamento e controle da NR-18.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Observa-se atualmente uma tendência no mundo do trabalho em se discutir aspectos referentes à inovação na construção civil. Por meio da disponibilidade de ferramentas tecnológicas, propostas no cenário da Construção 4.0, acredita-se que a tendência é que sejam otimizados processos de gestão e, conseqüentemente, fiscalização do canteiro de obras.

O setor da construção civil apresenta um dos maiores índices de ocorrência de acidentes. No Brasil, aproximadamente 5% dos acidentes de trabalho registrados ocorreram no canteiro de obras (CBIC, 2019). A fim de reduzir ou de evitar esses indicadores, são empregadas técnicas de gestão e tecnologias, as quais podem auxiliar as empresas na coordenação e na supervisão de obras.

Em adição, entende-se que a tecnologia pode otimizar processos, gerando economia de tempo e de recursos. Um aplicativo no ambiente da construção civil, voltado para a fiscalização, poderá reduzir o tempo das inspeções e manter um registro atualizado e *on-line* para uso de gestores e de todos os interessados.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está composto de cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos do trabalho, a justificativa e a sua estruturação.

O Capítulo 2 compreende a fundamentação teórica que aborda o conceito de Indústria e Construção 4.0, expondo seu histórico, as principais características, as tecnologias utilizadas, os benefícios e os desafios. No mesmo capítulo, apresenta-se o conceito da filosofia *Lean* e do *Lean Construction*, seus métodos e características. Além disso, são abordados conceitos de Engenharia de Segurança e da NR-18, bem como seus dados e estatísticas gerais, com ênfase para aplicativos desenvolvidos para acompanhamento e fiscalização de obras.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia empregada na elaboração deste trabalho.

O Capítulo 4 traz discussões e resultados e apresenta propostas de aplicação de elementos para compor *dashboards* no cenário da Construção 4.0. Por fim, são apresentadas e discutidas possíveis inovações que poderão ser utilizadas na construção civil.

No Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais do trabalho e as recomendações para trabalhos posteriores.

Ao final, estão listadas as referências utilizadas para a elaboração deste trabalho.

## 1.5 ESCOPO DO TRABALHO

O presente trabalho parte de um estudo envolvendo métodos positivos, os quais refletem no ramo da construção civil. Por meio deste estudo, pretende-se abordar de que forma a aplicação de filosofias, por exemplo, *Lean Construction*, desempenha um papel fundamental para o êxito de empresas da área.

Procura-se também abordar conceitos da Indústria 4.0 e seu papel fundamental para o desenvolvimento da Construção 4.0, a qual oferece novas ferramentas de gestão e tecnologia para o canteiro de obras.

A partir da aplicação desses conceitos, busca-se ressaltar quais os principais benefícios e desafios enfrentados por gestores na aplicabilidade de tais métodos.

Relacionado ao tema, tem-se a engenharia de segurança, na qual serão aplicados seus principais conceitos e desafios, principalmente no âmbito da fiscalização.

A Norma Regulamentadora, NR-18, surge nesse contexto, a fim de auxiliar no entendimento da correta atuação de empregadores e de empregados, estabelecendo as diretrizes necessárias no setor da construção.

Por fim, busca-se demonstrar a compatibilidade entre gestão, tecnologia e segurança com o intuito de identificar elementos para um aplicativo de fiscalização.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordadas as discussões, além da exposição de conceitos e das perspectivas acerca do tema explanado nesta pesquisa, a fim de proporcionar um referencial teórico fundamental para a compreensão do método a ser utilizado.

### 2.1 INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO

Para se chegar ao tema central deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), se faz necessário abordar inicialmente duas vertentes: a linha da evolução das técnicas de gestão e seus efeitos junto à construção civil e a linha da evolução tecnológica. Dessa forma, abordam-se os conceitos de *Lean Production*, que levaram à *Lean Construction* e os conceitos de Indústria 4.0 que levaram à Construção 4.0.

Por se tratar de um TCC e considerando a premissa e a intenção de se abordar um problema de Engenharia, serão abordados também os conceitos principais de Engenharia de Segurança para se chegar à Norma Regulamentadora, NR-18, recentemente revisada e republicada, considerando-se ainda aplicativos desenvolvidos para acompanhamento e fiscalização de obras.

### 2.2 CONCEITO DA FILOSOFIA *LEAN* E DO *LEAN CONSTRUCTION*, SEUS MÉTODOS E CARACTERÍSTICAS

Sabe-se que, no início do século XX, as empresas enfrentavam problemas na produção em massa, principalmente questões relacionadas à resistência dos trabalhadores em passar um longo período dentro das fábricas.

Ofertar um produto de qualidade não era uma preocupação constante no ambiente fabril, e as taxas de manufaturas com defeitos eram altas. Os operários não se preocupavam com a organização e, muitas vezes, ocultavam informações que poderiam facilitar a produção (DENNIS, 2008).

Apesar dos problemas com a fabricação e os trabalhadores, a manufatura permanecia em alta. A produção em massa se expandia na Europa por meio da Ford e da General Motors, grandes indústrias do setor automobilístico (DENNIS, 2008).

Segundo Dennis (2008), na década de 1950, o engenheiro Eiji Toyoda buscava compreender a linha de produção de grandes empresas norte-americanas. A Toyota Motors

Company, fundada por sua família, em 1937, enfrentava uma grave crise, assim como o Japão. Ao observar os métodos utilizados pela Ford, o engenheiro compreendia que havia possibilidade de uma melhora na produção.

A consolidação de um sistema conhecido como *Toyota Production System* (TPS) iria proporcionar um recomeço para a empresa japonesa. O TPS estabeleceu-se por meio dos sistemas *Just-in-Time* (JIT) e *Jidokaa*. O ideal *Jidokaa* foi desenvolvido por Sakichi Toyoda, no início do século XX, por meio de uma máquina de tear automatizada, a qual iria interromper o funcionamento ao detectar um problema. Com essa invenção, reduziu-se o número de defeitos e o tempo de parada, resultando no aumento da produtividade (DENNIS, 2008).

O sistema *Just-in-Time* foi estabelecido por Taiichi Ohno (KOSKELA, 1992) na década de 1950, visando à oferta de melhor qualidade. Para Ghinato (1995), de forma operacional, o JIT retrata que cada processo deve ser complementado com itens e quantidades ideais, em tempo e lugar corretos.

Acredita-se que o principal objetivo do JIT é a redução de estoque e o desperdício nas diferentes etapas de um produto, eliminando, assim, gastos provenientes do sistema de produção. Buscava-se uma melhora progressiva por meio do desenvolvimento de políticas e de padronização de processos, resultando em companhias com produtividade e competitividade elevadas.

Apesar da crise enfrentada pela economia japonesa na década de 1970, a Toyota apresentava bons índices de produção e, conseqüentemente, bom faturamento. Após a realização de estudos, os quais buscavam compreender o método eficaz utilizado pela Toyota, observou-se que a empresa havia desenvolvido um sistema próprio de produção, com o intuito de atingir melhor qualidade, com prazos mais curtos e menores gastos (KOSKELA, 1992).

A filosofia *Lean* difundiu-se ao longo dos anos e permanece sendo implementada em várias empresas a nível global. Para explanar mais sobre o tema, Womack e Jones (1998) listaram os cinco princípios do pensamento *Lean*, os quais serão abordados a seguir:

- a) Valor: é o ponto de partida para o pensamento enxuto e somente é definido pelo cliente final. Além disso, é considerável quando explanado em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, geralmente, os dois de forma simultânea) o qual atenda às exigências do cliente com preço e momento específicos.
- b) Fluxo de valor: é a realização de atividades específicas para que um produto específico (um bem, um serviço, ou, ambos) passe por três tarefas gerenciais de um negócio: a tarefa de solução de problemas, desde a criação até a

divulgação do produto; a tarefa de gerenciamento da informação, desde a recepção do pedido até a entrega; e a tarefa de transformação física, que vai desde a matéria-prima até o produto final entregue ao cliente.

- c) Fluxo contínuo: após ter o valor especificado, o fluxo de valor de um produto ter sido mapeado pela empresa e as etapas que poderiam ocasionar desperdício eliminadas, é o momento de fazer com que as etapas seguintes ocorram de forma contínua.
- d) Puxar: a capacidade de projetar, programar e desenvolver o que o cliente realmente quer quando ele quiser, revela que não é necessário ter uma projeção de vendas, e sim fazer o que o cliente disser que precisa. Ou seja, o cliente pode “puxar” o produto, quando necessário, ao invés de alguém empurrar para ele produtos que possam ser indesejados.
- e) Perfeição: após especificar o que representa o valor, identificar o fluxo de valor, fazer com que as ações que criam o valor fluam continuamente e deixar que o cliente puxe a produção, então, as pessoas poderão perceber que a redução de esforços, tempo, espaço, erros e custos não acaba e, ao mesmo tempo, apresenta ao cliente um produto que ele realmente queira. Dessa forma, a perfeição é vista como algo possível.

### ***2.2.1 Lean Production***

A filosofia *Lean Production* ou *Lean Manufacturing*, traduzida para o português como produção enxuta, era alvo de estudos, em meados de 1980, e passou a ser implementada pelo menos parcialmente nas grandes empresas manufatureiras da América e da Europa (KOSKELA, 1992).

A produção enxuta, se comparada com a produção em massa, utiliza menos de tudo: metade da dedicação dos operários nas fábricas, metade do ambiente para fabricação, metade da aplicação de recursos em ferramentas, metade das horas para planejar o desenvolvimento de novos produtos. Além disso, requer menos da metade de estoque no ambiente de fabricação, além de resultar em menos defeitos e em uma crescente e variada produção (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

O método *Lean Production* foi desenvolvido no Japão, em 1950, pela Toyota Motors Company. Segundo Koskela (1992), a ideia básica do sistema de produção Toyota é a eliminação de estoques e outros desperdícios por meio da produção de pequenos lotes, tempos

de configuração reduzidos, máquinas semiautônomas, cooperação com fornecedores e outras técnicas.

A produção enxuta é uma filosofia de gerenciamento, que visa a otimizar a organização de forma a atender às necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e no mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização (GHINATO, 2000).

### ***2.2.2 Lean Construction***

Sabe-se que com a difusão da filosofia de produção enxuta entre as grandes indústrias, esse sistema de produção começa a ser analisado por gestores da construção civil, resultando em uma nova abordagem na área. Entretanto, a aplicação dessa filosofia implicaria realização de estudos, os quais seriam responsáveis por auxiliar na implantação desse método nas diferentes etapas do setor, expondo particularidades e desafios.

Observa-se que o setor da construção civil se caracteriza por apresentar dificuldades de gestão e de produtividade, altos índices de desperdício, obras que apresentam qualidade reduzida ou inexistente, além da ocorrência de patologias durante ou após a execução do empreendimento. A presença desses aspectos demonstra que o cenário poderia resultar em melhorias após a aplicação dos métodos da produção enxuta.

O *Lean Construction* surge a partir dos ideais estabelecidos no *Lean Thinking*, adaptando os métodos utilizados às peculiaridades do cenário da construção civil. O marco inicial da busca pela utilização de tal método no setor da construção teve início após a publicação, pelo finlandês Lauri Koskela, em 1992, de um artigo intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, o qual aborda as técnicas difundidas no *Lean*, adaptadas ao cenário de um canteiro de obras (KOSKELA, 1992).

A partir da difusão do sistema *Lean Construction*, as empresas do setor demonstravam interesse e passavam a utilizar os métodos propostos em busca de melhores resultados, tendo como exemplo o uso da plataforma AGILEAN.

O sistema AGILEAN é um mecanismo capaz de integrar os ideais do *Lean Construction* e da Indústria 4.0, por meio de Radio Frequency Identification (RFID) e Internet das Coisas (IoT), com o intuito de aprimorar a gestão no cenário da construção. A partir desse artefato, tornou-se possível: a melhora do uso do Andon; a integração entre qualidade, medição e folha de pagamento; o monitoramento da mão de obra própria e terceirizada; e a produção de

indicadores de desempenho da produtividade, os quais são expostos tanto para a equipe de obra quanto para a administração central, por meio de um *dashboard* (CARNEIRO; CARNEIRO; CÂNDIDO, 2019).

### 2.2.3 Fluxos da Construção

Ao longo dos anos, o setor da construção civil vem priorizando a melhora na qualidade e na produtividade de seus serviços. O uso de novas tecnologias e a implementação de sistemas que possam otimizar o desenvolvimento da obra estão cada vez mais presentes em empresas do ramo da construção.

Para que seja concluído, o empreendimento passa por várias etapas desde o planejamento até a finalização. Picchi (2000) discorre sobre os fluxos analisados ao longo da execução de uma obra, e os cinco fluxos são apresentados a seguir:

- a) Fluxo de negócios: abrange a parte de contratação, questões financeiras, obtenção de licenças, vistorias da obra e acompanhamento de cada detalhe desde a concepção do projeto até a entrega para o cliente.
- b) Fluxo de projeto: regido por arquitetos, porém, apresenta participação de todos os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto.
- c) Fluxo de obra: comandado pela empresa construtora e, normalmente, utiliza subcontratação.
- d) Fluxo de suprimentos: regido pela empresa construtora, abrange todos os fornecedores de materiais e serviços e os seus subfornecedores.
- e) Fluxo de uso e manutenção: inicia após a entrega e equivale ao fluxo sustentação da manufatura. Esse fluxo compreende uso, operação e manutenção, assim como reparação, reabilitação e demolição. As empresas envolvidas nesse fluxo são, normalmente, diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

## 2.3 A INDÚSTRIA 4.0 E A BUSCA POR UM CONCEITO PARA A CONSTRUÇÃO 4.0

Acredita-se que por meio do desenvolvimento da discussão sobre as revoluções industriais, foi possível desenvolver e aplicar tecnologias capazes de oferecer maior produtividade, qualidade e otimização de tempo e de custos. Nesse contexto, surge a Indústria 4.0 com o propósito de tornar o processo de gestão e de produção mais eficientes, conectando

pessoas e máquinas. Em decorrência disso, surge a Construção 4.0 possibilitando, através do uso de ferramentas tecnológicas, maior eficácia no desempenho e no acompanhamento de tarefas no setor da construção civil.

### **2.3.1 Indústria 4.0 (Histórico e Características)**

Observa-se que no desenvolvimento, por meio da história, o homem deparou-se com mudanças significativas em seu modo de vida e trabalho. O desenvolvimento de métodos capazes de aumentar a produtividade e a implementação de tecnologias que revolucionaram a indústria contribuíram de forma positiva nos mais diversos setores empresariais.

A evolução do setor tecnológico, principalmente de informação, e a sua inserção nos processos produtivos vêm revolucionando a indústria tradicional, resultando em um novo modelo de organização. Com o intuito de aproveitar as vantagens dessas tecnologias para fortalecer a concorrência no cenário global, há uma mudança no método de fabricação que vem sendo debatida a nível mundial. A chamada Indústria 4.0 ou quarta Revolução Industrial estão sendo utilizados como termos para expor os dispositivos “inteligentes”, os quais são capazes de se comunicar de forma autônoma ao longo da cadeia de valor (SANTOS *et al.*, 2018).

Segundo Kagermann *et al.* (2013), a Indústria 4.0 surgiu como estratégia, a longo prazo, do governo da Alemanha, a fim de fortalecer a economia alemã no setor manufatureiro. A quarta Revolução Industrial foi resultado da introdução da Internet das Coisas e dos Serviços no ambiente de manufatura. Para os autores, na Indústria 4.0, negócios dinâmicos e engenharia de processos permitem mudanças repentinas na produção, além de oferecer a capacidade de respostas com flexibilidade às interrupções e às falhas por parte de fornecedores, por exemplo (KAGERMANN *et al.*, 2013). Além disso, a Indústria 4.0 aborda e resolve alguns dos principais desafios que o mundo enfrenta hoje, como eficiência de recursos e energia, produção urbana e mudança demográfica.

Já para Lau *et al.* (2019), a era da nova revolução seria o próximo nível de digitalização, em que as máquinas ou os sistemas são capazes de aprender, se comunicar e se aperfeiçoar a partir das experiências já existentes, sem a necessidade de serem programados de forma explícita.

Para Cavalcanti *et al.* (2018), a Indústria 4.0 oferece várias possibilidades para a indústria manufatureira. Como destaque dessa revolução, está a inovação tecnológica, por meio da digitalização de processos ou técnicas como inteligência artificial, ou Internet das Coisas, traduzido do inglês *Internet of Things* (IoT), resultando em uma conexão entre máquinas e robôs

que apresentam autonomia, detectam falhas em processos e tornam a execução das atividades mais precisa e com maior rapidez, aumentando, assim, a eficiência.

Dessa forma, as definições de Indústria 4.0 citadas anteriormente resultam no entendimento de que a tecnologia foi a responsável pela integração de meios físicos e digitais, por meio de *softwares* e de dispositivos que promovem maior e melhor desempenho nas empresas.

### 2.3.2 Tecnologia na Indústria 4.0

Segundo Sawhney, Riley e Irizarry (2020), o destaque na Indústria 4.0 é a utilização de sistemas ciberfísicos, que são tecnologias capazes de conectar os mundos físico e virtual, a fim de resultar em um ambiente em que objetos inteligentes se conectam entre si.

A Indústria 4.0 oferece oportunidades promissoras para empresas interessadas em expandir os negócios. Segundo Muñoz-La Rivera, Mora-Serrano e Valero (2020), a Indústria 4.0 é um novo padrão a ser seguido por empresas de manufatura e sistemas de produção e pode ser estendido aos demais setores, podendo ser resumido desta forma:

- a) É uma associação de técnicas produtivas avançadas com tecnologias altamente conectadas e sistemas inteligentes de operação e gestão em níveis organizacionais, ativos e pessoais.
- b) Promove a virtualização em tempo real dos sistemas de controle e gestão, focando na coleta de dados para tomar decisões e aprender, permitindo flexibilidade, elevado grau de inovação e participação de todas as partes que demonstrem interesse.
- c) Ele incorpora as mudanças nos requisitos dos clientes, tendo em conta as suas necessidades específicas.
- d) Sugere mudanças metodológicas na operação tradicional das empresas:
  - i. rede vertical para reagir de modo eficiente às alterações na demanda de produção;
  - ii. integração horizontal para potencializar a eficiência no *design* do produto e nos processos de produção; e
  - iii. inovação por meio da engenharia para transformar todo o ciclo de vida de um produto, em conjunto com o uso de tecnologias exponenciais para elevar ao máximo os processos e a qualidade do produto.

Isso tudo exige altos níveis de integração, conexão e de colaboração em tempo real, juntamente com a adesão de novas tecnologias inteligentes, as quais atendam à busca por produtos personalizados e sustentáveis.

- e) As ferramentas que são mais utilizadas para atingir essa quarta Revolução Industrial são: Cyber-Physical Production Systems (CPPSs), Artificial Intelligence (AI), Massive Data Storage and Analysis Technologies (Big Data), Data Management and Security (Blockchain), Sensors, Internet of Things (IoT), Digital Twins (DT) e Human – Computer Interaction (HCI).

São vários os segmentos tecnológicos utilizados referentes à quarta Revolução Industrial. De acordo com Silva, Simão e Menezes (2018), para o desenvolvimento do modelo de indústria inteligente, existem alguns pontos fundamentais, como capacidade de se adaptar, melhora na eficiência de recursos e conexões de todos os envolvidos, desde o processo de concepção de valor até a aplicação estratégica. Com o intuito de conquistar esse objetivo, a Indústria 4.0 tem sua base tecnológica constituída por sistemas cibernéticos, Internet das Coisas, Big Data, Computação em nuvem e *Machine Learning*. Pela combinação dessas tecnologias, busca-se tornar as etapas de produção mais autônomas e eficazes (SILVA; SIMÃO; MENEZES, 2018).

Com base nas tecnologias citadas anteriormente, podem-se destacar alguns conceitos de segmentos tecnológicos muito utilizados nas empresas, entre eles:

- a) *Building Information Modelling* (BIM): essa ferramenta tornou-se aliada das empresas responsáveis pelos setores de construção, oferecendo *softwares* que otimizam as etapas de desenvolvimento de um projeto. Segundo Li e Yang (2017), BIM alastrou-se rapidamente nas áreas de engenharia e construção, resultando em uma tecnologia responsável por descrever um projeto de engenharia, por meio de instalações inteligentes com propriedades de dados, nas quais é possível visualizar objetos e componentes internos em formato tridimensional.
- b) *Cyber-Physical Systems* (CPS): os CPS seriam a união dos meios computacional e físico. De acordo com Baheti e Gill (2011), o termo CPS faz referência a uma nova geração de sistemas com métodos computacionais e físicos integrados, os quais podem interagir com humanos por meio de muitas modalidades.
- c) *Internet of Things* (IoT): segundo Xia *et al.* (2012), em geral, a IoT refere-se à interconexão de objetos do cotidiano, os quais são muitas vezes equipados com inteligência presente em todos os lugares. A IoT poderá ampliar a onipresença da internet, por meio da integração de objetos para interagir com sistemas embarcados,

resultando em uma rede com alta distribuição de dispositivos que se comunicam com humanos e com outros dispositivos.

- d) *Big Data*: a Big Data expõe tecnologias as quais prometem acatar um princípio fundamental de pesquisa em sistemas de informação, que é o fornecimento de informações corretas para o receptor correto, no volume exato, na qualidade e no momento certos (SCHERMANN *et al.*, 2014).
- e) *Cloud Computing*: segundo Wang *et al.* (2010), uma nuvem de computação é um conjunto de serviços qualificados para rede, ofertando infraestruturas de computação sob demanda escalável, garantindo qualidade de serviço, geralmente sendo econômicas e caracterizadas, as quais podem receber acesso de forma simples e ampla.

### 2.3.3 A Busca de um Conceito para a Construção 4.0

Por meio da digitalização do processo, tornou-se possível a mudança de armazenamento do papel para o ambiente *on-line*, compartilhando dados e informações em tempo real com o propósito de garantir a transparência, a colaboração, a avaliação de progresso e risco, além de um controle de qualidade. A partir disso, é possível obter resultados melhores e mais confiáveis (AGARWAL; CHANDRASEKARAN; SRIDHAR, 2016).

No setor da construção civil, a Indústria 4.0 recebe o nome de Construção 4.0. Pelo uso de sistemas tecnológicos, a Construção 4.0 pode garantir melhores resultados para as empresas com relação aos custos, à produtividade e ao tempo para desenvolver um produto ou desempenhar uma função.

De acordo com Lau *et al.* (2019), a definição de cada revolução industrial ocorreu de forma um tanto diferente no contexto da construção. Segundo os autores, a primeira revolução para a construção se deu por meio do uso de ferramentas, como pás; a segunda revolução resultou da mecanização e do uso de dispositivos, como retroescavadeiras; a terceira revolução utiliza a tecnologia da informação e *softwares*, como BIM e Revit; e na quarta revolução ocorre a digitalização da construção (LAU *et al.*, 2019).

Para Cavalcanti *et al.* (2018), a Indústria 4.0 estabeleceu-se na construção civil não somente por meio de segmentos tecnológicos básicos (IoT, realidade virtual, robôs, etc.), mas com desenvolvimento de novas tecnologias específicas para as demandas do setor.

Sendo assim, nas definições expostas para a Construção 4.0, enfatiza-se o uso de tecnologias capazes de contribuir para o desenvolvimento de empresas, por meio da otimização

de tempo, da melhora na qualidade e do desempenho, a fim de proporcionar crescimento e competitividade no mercado.

#### **2.3.4 Benefícios da Construção 4.0**

Apesar de oferecerem maior praticidade e melhor controle de gestão, muitas empresas ainda resistem ao fato de implementar inovações tecnológicas no setor da construção. Para Nowotarski e Paslawski (2017), é importante que sejam destacados os aspectos positivos na investigação acerca do tema, uma vez que pequenas e médias empresas apresentam certo ceticismo em relação à Construção 4.0, visto que se julga ser muito difícil a utilização de aplicativos altamente desenvolvidos e de conceitos de tecnologias relacionados à Indústria 4.0.

Esse pensamento tradicional se dá, normalmente, pelo fato de a maioria das empresas não estarem preparadas e com mão de obra especializada para implementar essas novas tecnologias. Além disso, as pesquisas acerca da Indústria 4.0 são relativamente novas, visto que o interesse pela área cresceu a partir de 2013 (NOWOTARSKI; PASLAWSKI, 2017).

Segundo Oesterreich e Teuteberg (2016), a Construção 4.0 oferece benefícios como a redução de tempo e custos, melhora na qualidade da construção, entrega de projetos efetuada de acordo com o prazo, melhora na colaboração e comunicação entre os participantes envolvidos, clientes e funcionários, maior segurança no ambiente de trabalho, melhora a imagem da indústria perante o setor e melhora na sustentabilidade.

Para alguns autores, como Pries e Janszen (1995), Bougrain (2010), Gambatese e Hallowell (2011), citados pela CBIC (2016), no cenário da construção civil, a inovação oferece oportunidades para obtenção de benefícios significantes, entre eles, uma melhor produtividade, diminuição de custo, maior qualidade e credibilidade na entrega dentro do prazo, além de ser necessária para continuidade da empresa junto à concorrência.

Por conseguinte, no exposto pelos autores nota-se que a Construção 4.0 oferece benefícios para as empresas dispostas a implantar novas tecnologias. Entre eles, destacam-se a melhora na produtividade, na qualidade do produto e nas relações interpessoais.

#### **2.3.5 Desafios da Construção 4.0**

Embora sejam vários os benefícios resultantes da Construção 4.0, o setor apresenta resistência ao novo. Para Oesterreich e Teuteberg (2016), existem muitos desafios na incorporação da Construção 4.0 pelas indústrias da construção civil, com destaque para: alto

custo de implementação, envolvendo compra de equipamentos e treinamento da mão de obra; mudanças organizacionais nas empresas devido à implantação de novas tecnologias; falta de padrão de referência a ser seguido; resistência à mudança e uso de novas tecnologias; necessidade de uso de equipamentos computacionais no local da obra; e melhorias nos sistemas de comunicação, os quais exigem acesso rápido e confiável à internet no canteiro de obra.

A partir da análise e discussão de artigos, Nowotarski e Paslawski (2017) reiteram que, o ramo da construção civil enfrenta desafios relacionados ao fato de que a maioria das empresas não possui equipes preparadas para as novas soluções tecnológicas, alterando o ambiente de trabalho.

Os autores discorrem também sobre o fato de que, no setor da construção civil, há muitos problemas não resolvidos, por exemplo, a falta de padronização para muitas tecnologias, maiores exigências de equipamentos e uma crescente necessidade de redes de comunicação.

De acordo com Miyasaka, Fabricio e Paoletti (2018), as maiores dificuldades enfrentadas pelas empresas, na busca da implementação da Construção 4.0, estão no ambiente de trabalho, em geral, pouco estruturado, no trabalho desenvolvido nesses locais envolvendo objetos pesados, além dos níveis baixos de padronização, industrialização e pré-fabricação, e no número de atores envolvidos.

Portanto, com base na avaliação dos autores, nota-se que há grande incidência de desafios para a implementação da Construção 4.0. A resistência a mudanças, o custo elevado de instauração, a falta de capacitação dos trabalhadores envolvidos e a falta de informação referente aos benefícios que as empresas podem ter ao fazer uso das técnicas da Construção 4.0 são os principais empecilhos analisados.

## 2.4 ENGENHARIA DE SEGURANÇA

Como já mencionado, sabe-se que o homem busca aprimorar suas funções, com o intuito de melhorar o bem-estar social através da transformação do ambiente em que vive. Por meio da construção civil, foi possível a execução de edificações, de estradas, de monumentos históricos, de túneis e de tantos outros exemplos de engenharia, os quais contribuíram para o desenvolvimento da sociedade ao longo da história.

Observa-se que o ramo da construção civil exerce um importante papel nos setores industriais de uma nação. Tal setor é responsável por desempenhar funções com intuito de melhorar o bem-estar social e transformar o ambiente natural, ao mesmo tempo em que colabora para o crescimento econômico de um país.

A partir da grande demanda na área da construção civil, o setor contribui de forma significativa para a economia de um país. No Brasil, segundo CBIC (2021), durante o primeiro trimestre de 2021, o PIB da construção superou o crescimento do PIB nacional, reforçando a importância do setor para o desenvolvimento sustentável nacional.

Apesar de ser uma importante fonte de geração de renda e empregos, a construção civil apresenta altos índices de acidente de trabalho. De acordo com AEAT (2017), registrou-se aproximadamente 550.000 acidentes de trabalho em todo o Brasil em 2017, e cerca de 5,5% desses casos ocorreram na construção civil.

De acordo com Santana e Oliveira (2004), a principal causa trabalhista de morte na construção civil são os acidentes de trabalho. Em meio às doenças de alto risco que afetam os funcionários, encontram-se as dores musculoesqueléticas, inflamações na pele, intoxicações por chumbo e exposição a amianto. As razões expostas para a ocorrência desses problemas de saúde no setor são o grande número de riscos ocupacionais, como o trabalho em altitudes elevadas, o manejo de máquinas, equipamentos e ferramentas perfurocortantes, instalações elétricas, uso de veículos automotores, posturas anti-ergonômicas como a elevação de objetos pesados, além de estresse devido à transitoriedade e à alta rotatividade.

Segundo Bristot (2019), no governo de Getúlio Vargas, criou-se o Ministério de Segurança do Trabalho, o qual deu início à fiscalização de higiene e segurança do trabalhador. Em meados de 1970, o profissional de Engenharia de Segurança do Trabalho surgiu com o propósito de fiscalizar o ambiente dentro das empresas e com um olhar de correção.

Dessa forma, para que sejam minimizados os riscos de acidentes no setor da construção civil, as empresas dispõem de um conjunto de ações com o intuito de prevenir a saúde ocupacional e de diminuir a ocorrência de acidentes de trabalho. A Segurança e Saúde do Trabalho (SST), o Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST), o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), assim como outros termos importantes a serem considerados serão abordados a seguir.

#### **2.4.1 Segurança e Saúde do Trabalho**

A segurança no trabalho é um tema que deve ser priorizado no setor industrial. Enquanto as empresas se desenvolvem, é constante a preocupação por manter sistemas eficazes de proteção para os trabalhadores.

A SST é composta de normas e de especificações que devem ser cumpridas no ambiente de trabalho, tanto pelo empregador quanto pelo empregado, com o intuito de reduzir acidentes e doenças que podem acometer o trabalhador.

Segundo Benite (2004, p. 19), o termo segurança é exposto como “[...] o estado de estar livre de riscos inaceitáveis de danos [...]”, e o termo saúde como “[...] estado de bem-estar físico, mental e social e não somente a inexistência de doenças ou enfermidades”. A partir das definições exibidas, o autor descreve o significado de Saúde e Segurança no Trabalho, como “[...] o estado de bem-estar livre de riscos inaceitáveis de danos no local de trabalho, assegurando o bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores” (BENITE, 2004, p. 19).

Para Freitas (2016), se a organização empresarial estiver disposta a introduzir em seu interior a importância da SST e a estabelecer um plano estrutural que seja condizente ao cumprimento dos objetivos aprovados em lei e códigos de boas práticas, será possível constatar os resultados, não somente na redução do número de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, mas, também, na melhora dos relacionamentos sociais, dos processos, da produtividade e da qualidade de um produto ou serviço, além de a empresa estar disposta a inovar.

Segundo Chiavenato (2014), a segurança do trabalho é caracterizada como um conjunto de ações técnicas, educacionais, médicas e psicológicas aplicadas com intuito de prevenir acidentes, seja através da eliminação de condições inseguras do ambiente, ou ainda, por meio da instrução ou o ato de convencer as pessoas acerca da introdução de ações preventivas.

#### **2.4.2 Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho**

Para CBIC (2019), os Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) precisam definir as responsabilidades; acatar a legislação sobre SST, demonstrando a implementação das ações; prevenir os riscos aos quais trabalhadores podem estar expostos; e melhorar de forma contínua o seu desempenho.

A ideia de um sistema de gestão é, frequentemente, utilizada nos processos de tomada de decisão de empresas e, também, de uma forma inconsciente no cotidiano, desde a compra de um equipamento, na ampliação de um negócio ou simplesmente na escolha de uma nova mobília. O uso de SGSST é baseado em parâmetros relevantes de SST, em normas e comportamentos. Tem por objetivo promover um método de avaliação e de melhora de comportamentos relativos à prevenção de imprevistos e acidentes no ambiente de trabalho,

através da gestão efetiva de riscos perigosos e de riscos no ambiente de trabalho. É um método lógico e gradual para tomar decisões, buscar fazer de melhor forma, acompanhar avanços dos objetivos já estabelecidos, avaliar o desenvolvimento e execução e para constatar quais áreas devem ser aperfeiçoadas. E deve ser suscetível a sofrer adaptação, de acordo com mudanças nas operações de organização e nas exigências legislativas (OIT, 2011).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) publicou em 2001 as Diretrizes sobre os Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (CBIC, 2021). As orientações são fundamentadas em consenso internacional tripartite, repercutindo os valores registrados nas reuniões, sugestões e nos códigos de prática da OIT (CBIC, 2019).

Dessa forma, o propósito de utilizar esses sistemas é acompanhar o cumprimento das diretrizes de saúde e de segurança do trabalho, a fim de prevenir a ocorrência de acidentes e de garantir a segurança e o bem-estar do funcionário no local de trabalho.

### **2.4.3 Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)**

De acordo com Peixoto (2011), o panorama de segurança do trabalho em uma empresa, caso necessário, é constituído por uma equipe multidisciplinar formada por pessoas habilitadas em técnica de segurança do trabalho, engenharia de segurança do trabalho, medicina do trabalho, enfermagem de segurança do trabalho e auxiliar em enfermagem do trabalho. Tais profissionais compõem o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT).

A Norma Regulamentadora, NR-4 (BRASIL, 1978), é responsável por estabelecer parâmetros para organizar o SESMT. Segundo Sienge (2017), o número de profissionais que a NR-4 determina para compor o SESTM depende da quantidade de trabalhadores da empresa e também do perigo que a atividade oferece. Esses profissionais são incumbidos de assegurar que os conhecimentos técnicos acerca da engenharia de segurança e medicina ocupacional estão sendo aplicados, com o intuito de eliminar ou diminuir os riscos à saúde dos trabalhadores.

Com relação à proteção dos trabalhadores, observa-se que, na Engenharia de Segurança, primeiramente são considerados os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) para depois serem analisados os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no ambiente da construção civil. De acordo com Beltrami e Stumm (2013), esses equipamentos podem ser dispositivos, sistemas ou meios, por exemplo, exaustores, extintores de incêndio e placas de sinalização, com o intuito de conservar a saúde de trabalhadores.

Segundo a NR-4, entre as atividades desenvolvidas pelos profissionais do SESMT, destacam-se: analisar os riscos e oferecer instrução sobre o uso correto de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs); registrar de forma correta os eventuais acidentes de trabalho; promover atividades de conscientização, educação e orientação dos trabalhadores para prevenir os acidentes do trabalho e as doenças ocupacionais, sendo realizadas através de campanhas ou programas de duração permanente; prestar atendimento de emergência quando necessário; e manter constante relacionamento com a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), a qual será abordada a seguir.

#### **2.4.4 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)**

As empresas compostas de funcionários contratados no regime da Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) devem instaurar ações para prevenir acidentes e doenças ocupacionais, de acordo com as normas e as regras estabelecidas pelo ministério do trabalho. Dessa forma, a CIPA atua no ambiente de trabalho para auxiliar nesse quesito.

A CIPA constitui-se de representantes tanto da empresa quanto de empregados, sendo que os representantes dos empregadores são designados por eles, enquanto para empregados, os representantes são designados através de escrutínio, independentemente de possuírem filiação sindical ou não (CLT, 2017).

Segundo Bristot (2019), entre as atribuições que competem à CIPA, destacam-se:

- a) Formular um plano de trabalho que possibilite a ação preventiva no ambiente de trabalho;
- b) Auxiliar na implementação e no controle das medidas de prevenção;
- c) Realizar de forma regular inspeções de segurança nos ambientes e nas condições de trabalho;
- d) Fazer a divulgação aos trabalhadores a respeito de projetos de modificação nas condições, nas técnicas ou na organização do trabalho, além de avaliar seus impactos de alterações;
- e) Informar ao SESMT sobre a paralisação de máquina ou algum setor que apresente risco grave e iminente;
- f) Propagar e efetuar o cumprimento das Normas Regulamentadoras;
- g) Solicitar ao empregador e fazer a análise de informações a respeito de pontos que interferiram na segurança do trabalho.

## 2.5 NORMA REGULAMENTADORA – NR-18

Sabe-se que a segurança em locais de trabalho é fundamental para o desenvolvimento econômico de uma empresa. Devido aos episódios constantes de acidentes ocupacionais, tornou-se fundamental que medidas protetivas fossem instauradas nas empresas, a fim de reduzir ou eliminar esses acidentes. Como exemplo, tem-se as Normas Regulamentadoras (NRs), responsáveis por estabelecer diretrizes a respeito de segurança e saúde no ambiente de trabalho.

No cenário da construção civil está presente a NR-18 (BRASIL, 1978), a qual tem por objetivo estabelecer orientações no âmbito administrativo, de planejamento e organizacional, com intuito de implementar medidas e sistemas de prevenção de segurança em processos, condições de trabalho e no meio ambiente em que está inserida a construção civil.

Segundo registros do governo brasileiro, a primeira publicação dessa norma ocorreu em 1978 e já sofreu 24 alterações pontuais, além de duas reformulações. A primeira alteração ocorreu em 1983, e, após dez anos dessa mudança, o avanço tecnológico e as relações no ambiente de trabalho, bem como o aumento nos índices de acidentes preocupavam os órgãos responsáveis. Dessa forma, surgiu a necessidade de efetuar uma revisão e, conseqüentemente, efetuar alterações na norma vigente. Entre as mudanças realizadas, está a implementação do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT), o qual será abordado a seguir.

### **2.5.1 Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT)**

Até fevereiro de 2021, o PCMAT era considerado e composto de um conjunto de ações e recursos, os quais objetivam garantir a saúde e a integridade dos trabalhadores da construção civil, através da prevenção de acidentes ocupacionais em canteiro de obras, enquanto durar a construção, além de estabelecer condições apropriadas de conforto, limpeza e higiene no local de trabalho (PEINADO, 2019).

Esse programa é de suma importância, visto que acompanha o desenvolvimento da obra, analisando os riscos e a forma de lidar com eles. Segundo Peinado (2019), é válida a percepção de que o engenheiro de segurança do trabalho terá documentos que poderão lhe auxiliar na elaboração do PCMAT, porém, não existe um padrão a ser seguido, em virtude de que cada obra apresenta particularidades como dimensão, riscos, etapas, entre outros.

### 2.5.2 Alterações na NR-18

Uma das principais preocupações na construção civil está relacionada com a segurança e saúde do trabalhador. As empresas responsáveis pelo setor precisam estar cientes da importância de assegurar o bem-estar físico e emocional para que se torne possível a execução da obra.

Dessa forma, há necessidade de analisar os indicadores do setor, bem como as normas regulamentadoras, visando a melhora do ambiente ocupacional, e a revisão e a atualização recentes da NR-18 reforçam essa ideia. De acordo com Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2022), o propósito da revisão feita em 2020 foi apresentar uma norma mais objetiva, na qual não fosse explanado o método de execução, mas sim oferecer maior liberdade aos profissionais que atuam na área, contanto que as responsabilidades atribuídas a eles fossem maiores.

Com a aprovação da norma, os gestores responsáveis pela SST deverão se adequar à nova forma de construção, aos novos equipamentos e ao desenvolvimento tecnológico, contribuindo para melhores condições de segurança no setor (BRASIL, 2021).

Sienge (2021) discorre sobre as mudanças na norma após a atualização, entre essas mudanças, destacam-se:

- a) Título: a norma antiga era chamada de “Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção”. Já, agora, recebe o título de “Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção”.
- b) A nova redação da NR-18 é composta de 17 capítulos e dois anexos, totalizando 402 itens, enquanto a versão antiga era composta de 38 capítulos e três anexos, registrando 680 itens.
- c) A nova NR-18 obriga a elaboração do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme previsto na NR-1, como forma de substituir o PCMAT, além de estabelecer a obrigatoriedade de documentos exclusivos para o PGR em cada obra.
- d) A Comunicação Prévia de Obras é realizada através de um sistema eletrônico da Subsecretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), enquanto na versão antiga essa comunicação era destinada à Delegacia Regional do Trabalho.
- e) A disposição sobre as áreas de vivência para a nova norma deve ser realizada através de projeto específico.

## 2.6 CONVERGÊNCIA ENTRE GESTÃO, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEGURANÇA

Na construção civil, assim como em outras áreas, as inovações tecnológicas contribuíram para o crescimento de empresas do ramo. Através de equipamentos e *softwares* desenvolvidos, tornou-se mais rápido e produtivo acompanhar as etapas de uma obra, resultando em índices melhores de aproveitamento.

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2005 (IBGE, 2007), seguindo as recomendações do *Manual de Oslo*, define inovação tecnológica como sendo a inserção de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnológicos atuais ou consideravelmente aprimorados. A implementação da inovação dá-se quando o produto é inserido no mercado ou quando o processo começa a ser exercido pela empresa.

Inovação, especificamente, a inovação tecnológica, é apontada no cenário atual como fundamental para planos de diferenciação, competitividade e crescimento progressivo de negócios. O fato de adotar estratégias e práticas inovadoras nas empresas associa-se à busca pelas diferenciações aptas para a produção de produtos e serviços para o mercado, os quais resultem em vantagens competitivas sustentáveis em relação aos seus concorrentes (VILHA, 2010).

No cenário da construção civil, essa inovação tecnológica é capaz de resultar em ganhos importantes para as empresas do ramo. Segundo Francklin Junior (2008), a respeito das inovações tecnológicas, atualmente, encontram-se à disposição de arquitetos e engenheiros meios de produzir melhorias nos custos e de diminuir as perdas. A cadeia de fornecedores oferta elementos que, caso sejam somados e bem efetuados ainda na fase de projeto, são relevantes para otimizar e racionalizar a construção, resultando em uma melhora da qualidade.

A inovação tecnológica tornou-se fundamental para que as empresas atinjam melhores resultados e, conseqüentemente, se mantenham ativas no setor trabalhista. Aliado a isso está a gestão, a qual desempenha um papel fundamental para que as empresas do ramo da construção civil possam alcançar as metas estabelecidas.

Teixeira (1998) ressalta que a gestão é um processo para obter resultados (bens ou serviços) por meio do esforço de outras pessoas, ou seja, várias pessoas desenvolvendo uma atividade em conjunto para atingir objetivos em comum.

Basicamente, o papel da gestão seria o de analisar os objetivos que foram propostos e transformá-los em ação nas empresas, por meio de planejamento, organização, direção e controle dos esforços realizados em todas as áreas e níveis de uma empresa, com o intuito de atingir os mesmos objetivos (TEIXEIRA, 1998).

A segurança é uma condição relativa de proteção, na qual é possível anular ameaças perceptíveis que vão contra alguém ou algo. Em condições institucionais, a segurança é atingida por padrões e medidas protetivas para conjuntos de informações, sistemas, instalações, comunicações, pessoal, equipamentos ou operações (CEPIK, 2001).

Por meio do conhecimento das três definições citadas anteriormente, é possível fazer uma análise da correlação entre elas. Ao implantar inovações tecnológicas em seus ambientes ocupacionais, as empresas poderão usufruir de equipamentos capazes de garantir uma melhora na gestão, aumento de produtividade e, conseqüentemente, maior segurança no local de trabalho.

Acredita-se que a busca pelo crescimento e pelo desenvolvimento das empresas, principalmente no setor da construção civil, faz com que os empregadores estejam dispostos a implementar novas ferramentas e métodos em suas empresas, com o intuito de se manterem competitivos no mercado de trabalho. Além disso, o uso de *softwares* proporcionou um maior e melhor controle de parâmetros relacionados à qualidade, à produtividade, à saúde e à segurança de empregados do setor.

Observa-se que, na prática, os acidentes em ambientes de trabalho ocorrem com frequência e são preocupações contínuas entre gestores. Dessa forma, no contexto da Construção 4.0, a automatização de processos poderia diminuir a exposição de trabalhadores aos riscos, por exemplo, por meio do uso de drones e de sensores evitando que o funcionário fique sujeito a quedas ou acidentes do tipo.

Entende-se que, dessa forma, a adoção da inovação tecnológica na construção civil pode gerar ganhos significativos para as empresas do setor, seja através da redução de custos e otimização de tempo ou pela melhora da qualidade do serviço e da produtividade na obra.

Portanto, a partir deste capítulo, é possível demonstrar a importância da implantação de sistemas e de filosofias, por exemplo, o *Lean Construction*, bem como o uso de tecnologias na construção civil a partir da Indústria 4.0, os quais possam auxiliar as empresas na otimização de tempo e de custos, além do aumento na produtividade. Relacionado à segurança, enfatiza-se a importância de implementar sistemas de controle, além da fiscalização, visto que os acidentes ocorrem de forma constante nos canteiros de obras. A seguir, serão apresentados os métodos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3 METODOLOGIA

O principal objetivo da metodologia é explanar detalhadamente qual o método utilizado para o desenvolvimento do trabalho. A partir de informações disponibilizadas em pesquisas e dados, busca-se propor um método capaz de auxiliar as empresas do setor da construção civil na fiscalização e no acompanhamento de obras no cenário da Construção 4.0 e da atualização da NR-18.

Dessa forma, este capítulo está dividido em três partes. A primeira parte indicará a estrutura metodológica utilizada, a segunda parte expõe o procedimento e, por fim, a terceira parte apresenta as delimitações e as restrições da pesquisa.

#### 3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA

Destaca-se que a estrutura metodológica parte do processo de pesquisa. Para Gil (2002), o termo pesquisa pode ser definido como um procedimento racional e sistemático, o qual apresenta como objetivo possibilitar respostas aos problemas.

As abordagens de pesquisa são ações que orientam o processo de investigação, são formas ou maneiras de se aproximar e de focar no problema, ou no fenômeno, o qual se cogita estudar, dispendo-se a identificar métodos e tipos de pesquisa apropriados às soluções desejadas. Essas abordagens dependem da natureza e de qual a formulação do problema, da teoria de base e do referencial teórico-cultural que sustentam o problema, além da proximidade do pesquisador com o objeto que será analisado (BERTO; NAKANO, 1997).

A seguir, apresenta-se o Quadro 1 proposto por Oliveira e Giraldi (2020), da Universidade de São Paulo, para que sejam classificados os tipos de pesquisa.

Quadro 1 – Classificação de tipos de pesquisa

Quanto à utilização dos resultados	Pesquisa pura; <b>Pesquisa aplicada;</b>
Quanto à natureza do método	<b>Qualitativa;</b> Quantitativa;
Quanto aos fins	Exploratória; <b>Descritiva;</b> Explicativa; Intervencionista;
Quanto aos meios	Pesquisa de campo; De laboratório; <b>Documental;</b> <b>Bibliográfica;</b> Experimental; <i>Ex post facto</i> ; Participante; Pesquisa-ação; Levantamento ( <i>survey</i> ); Estudo de caso.

Fonte: Oliveira e Giraldi (2020)

Conforme a utilização dos resultados, a pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada como aplicada. De acordo com Chizzotti (2006), essa abordagem propõe a utilização imediata dos conhecimentos produzidos ou a verificação de dados teóricos na prática. Esta pesquisa tem por objetivo a aplicação de estudos acerca da Construção 4.0 e da NR-18, com o intuito de propor um aplicativo que auxilie no controle e na fiscalização de obras do setor.

Relacionada à natureza do problema, a classificação da pesquisa é do tipo qualitativa. A pesquisa qualitativa busca a aproximação entre a teoria e os fatos, por meio da descrição e da interpretação de fatos isolados ou únicos, favorecendo o conhecimento de relações entre contexto e ação (método indutivo) (BERTO; NAKANO, 1997). Segundo Gil (2002), uma análise do tipo qualitativa é dependente de fatores, como a natureza dos dados, o quão é extensa a amostra, quais foram os instrumentos utilizados na pesquisa e os pressupostos teóricos que conduziram a apuração.

### 3.2 FINALIDADE

Quanto aos fins, esta pesquisa desenvolveu-se como pesquisa descritiva, visto que objetiva a identificação e a análise de inovações tecnológicas utilizadas no cenário da construção civil, com ênfase para a proposta de um aplicativo que irá auxiliar na fiscalização e no acompanhamento de obras a partir da atualização da NR-18.

A finalidade de uma pesquisa descritiva pode ser a retratação do tema que será abordado, sendo que este já apresenta estudos e conhecimento prévio, possibilitando que a pesquisa seja estruturada.

### 3.3 MEIOS UTILIZADOS

De acordo com os meios utilizados para o desenvolvimento da pesquisa em questão, tem-se a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, tendo sido abordadas anteriormente. Para este desenvolvimento foram utilizados os artigos científicos e os livros de autores e idealizadores da Indústria e Construção 4.0, a filosofia *Lean Construction*, a Engenharia de Segurança e a NR-18.

Para Gil (2002), a pesquisa bibliográfica desenvolve-se com base em material já preparado, o qual se constitui, sobretudo, por livros e artigos científicos. Segundo o autor, a

principal vantagem desse tipo de pesquisa é o fato de permitir ao investigador uma série de fenômenos mais ampla do que aquela que poderia pesquisar de modo direto (GIL, 2002).

No caso da pesquisa documental, de acordo com Gil (2002), esta se assemelha à pesquisa bibliográfica, porém, a principal diferença entre elas está nos documentos que possuem diversas naturezas. A pesquisa bibliográfica faz uso fundamentalmente das contribuições de vários autores para um assunto estabelecido, enquanto a pesquisa documental utiliza-se de materiais os quais não recebem um tratamento analítico ainda, ou que poderão ser elaborados novamente de acordo com os objetos de estudo.

Como exposto ao longo da pesquisa, o uso da tecnologia nos últimos anos vem reformulando o setor da construção civil. Segundo Muñoz-La Rivera, Mora-Serrano e Valero (2020), a indústria da construção civil caracterizou-se pela diversidade de agentes e de processos, grande resistência às mudanças e baixa adesão de tecnologia se comparada à indústria manufatureira.

A maioria dos processos de produção no cenário da construção ocorre de forma manual ou artesanal, sendo utilizadas ferramentas de gestão simples e apresentando reduzida incorporação de tecnologia (MUÑOZ-LA RIVERA; MORA-SERRANO; VALERO, 2020).

É possível, ainda, se deparar com a resistência de certas empresas quanto ao uso de tecnologias capazes de proporcionar bons resultados. No entanto, de acordo com Muñoz-La Rivera, Mora-Serrano e Valero (2020), nos últimos anos, o setor agilizou a inserção de inovações significativas em processos de gestão e projeto.

Forcael *et al.* (2020) apontam que o uso de tecnologias atualmente oferece oportunidades para empresas que buscam o aumento na competitividade, na qualidade em seu trabalho e no término de projetos no prazo. Algumas tecnologias, como BIM, sensores e Internet das Coisas, têm se mostrado importantes para alcançar os objetivos de ter um ambiente de construção sustentável, juntamente com grande potencial e perspectiva de tomar decisões sustentáveis em tecnologias de construção (FORCAEL *et al.*, 2020).

Além disso, realizou-se uma entrevista com um auditor fiscal do trabalho de forma a identificar suas percepções acerca do tema e dos elementos do modelo a ser proposto.

Dessa forma, além das considerações aqui expostas, um dos objetivos desta pesquisa é identificar os elementos necessários para compor um modelo, ferramenta que poderá auxiliar na fiscalização e no acompanhamento de obras, ofertando uma nova possibilidade para o setor da construção civil. Os recursos, meios e fins metodológicos deverão convergir também para se atingir a esse objetivo.

## 4 ANÁLISE DA NR-18

As Normas Regulamentadoras (NRs) são responsáveis por estabelecer diretrizes, as quais devem ser consideradas para prevenir que o profissional seja acometido por riscos e acidentes em seus locais de trabalho.

Os trabalhadores brasileiros possuem direitos estabelecidos e preservados através das Normas Regulamentadoras (NRs). As NRs correspondentes à medicina e à segurança do trabalho são de execução obrigatória para empresas privadas e públicas e por órgãos públicos de administração, tanto direta quanto indireta, assim como pelos órgãos de Poder Legislativo e Judiciário, os quais possuam profissionais regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (BRASIL, 1978).

Com base em Brasil (1978), entende-se que caso as normas ou as disposições incluídas em códigos de obra ou regulamentações sanitárias não sejam cumpridas, é de responsabilidade do Agente da Inspeção do Trabalho (AIT) fiscalizar e aplicar as punições cabíveis, com o intuito de acatar o exposto em norma.

Atualmente, segundo consta em Brasil (2022), dados do governo brasileiro, há em vigor no Brasil 37 Normas Regulamentadoras, cada qual com especificações distintas. Na construção civil, tem-se a NR-18, anteriormente intitulada – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, a qual se chama agora – Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção, sendo esta responsável por explicar os direitos e os deveres no ambiente de trabalho, tanto da administração quanto dos profissionais atuantes.

### 4.1 HISTÓRICO DA NR-18

A construção civil apresenta uma das maiores taxas de ocorrência de acidentes de trabalho da indústria nacional, visto que a maioria das operações nos canteiros de obras é realizada com pouca ou nenhuma segurança para o prestador de serviços.

Com base nesse histórico de altos índices de fatalidade, a NR-18 surgiu com intuito de oferecer melhores condições de trabalho aos empregados brasileiros, estabelecendo diretrizes as quais devem ser cumpridas pelas empresas do setor da construção civil.

No ano de 1978, a Norma Regulamentadora NR-18 foi editada pela Portaria MTb n. 3.214, de 8 de junho de 1978, e intitulada “Obras de Construção, Demolição e Reparos”, de modo a estabelecer a regulamentação do inciso I do artigo 200 da CLT, de acordo com a redação dada pela Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977 (BRASIL, 2020).

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência (2020), de acordo com critérios da Portaria SIT n. 787, de 27 de novembro de 2018, a NR-18 é determinada como norma setorial, isto é, uma norma que rege a execução do trabalho em setores ou atividades específicas da economia.

Após sua instauração, a NR-18 passou por 24 alterações em seu texto. Segundo especificações expostas na Norma Regulamentadora NR-18, as atualizações ocorreram em intervalos de no máximo três anos.

No Quadro 2 estão listadas as alterações ocorridas a partir da década de 1980 até agora.

Quadro 2 – Atualizações da Norma Regulamentadora NR-18

<b>Atualizações da NR-18 ao longo dos anos</b>
Primeira alteração ocorreu em 20 de maio de 1992
Segunda alteração aconteceu em 4 de julho de 1995
Terceira alteração deu-se em 3 de março de 1997
Quarta atualização ocorreu em 6 de maio de 1997
Quinta atualização surgiu em 17 de abril de 1998
Primeira alteração ocorreu em 20 de maio de 1992
Segunda alteração aconteceu em 4 de julho de 1995
Sexta atualização ocorreu em 28 de dezembro de 1998
Sétima atualização aconteceu em 13 de dezembro de 2000
Oitava atualização deu-se em 20 de dezembro de 2001
Nona atualização ocorreu em 9 de julho 2002
Décima atualização aconteceu em 17 de janeiro de 2005
Décima primeira alteração ocorreu em 10 de abril de 2006
Décima segunda atualização surgiu em 3 de julho de 2007
Décima terceira atualização ocorreu em 7 de março de 2008
Décima quarta alteração deu-se em 21 de janeiro de 2011
Décima quinta atualização ocorreu em 6 de maio de 2011
Décima sexta atualização aconteceu em 10 de junho de 2011
Décima sétima alteração ocorreu em 4 de agosto de 2011
Décima oitava atualização ocorreu em 16 de dezembro de 2011
Décima nona atualização aconteceu em 8 de maio de 2012
Vigésima alteração ocorreu em 9 de maio de 2013
Vigésima primeira atualização deu-se em 7 de maio de 2015
Vigésima segunda atualização ocorreu em 8 de dezembro de 2015
Vigésima terceira alteração ocorreu em 18 de abril de 2018
A mais recente atualização ocorreu em 10 de fevereiro de 2020, culminando na nova NR-18

Fonte: Adaptado da Norma Regulamentadora NR-18 (2020)

Com base no documento da própria NR-18 e em publicações feitas pelo governo brasileiro e por especialistas da área de segurança laboral, tem-se as principais modificações no texto mais recente da norma regulamentadora, as quais serão abordadas e discutidas nos próximos tópicos deste trabalho.

## 4.2 A NOVA NR-18

A partir de 2020, passou a vigorar a mais recente atualização da NR-18. De acordo com CBIC (2020), a nova NR-18 passou por uma grande revisão, possuindo agora um texto menor, com simplificação dos trâmites burocráticos, com regras objetivas, de fácil acesso e compreensão, com o intuito de manter e de fortalecer os princípios de segurança a serem empregados nas etapas construtivas, visando a prevenir os acidentes laborais.

Através do crescimento e desenvolvimento do setor da construção civil, tornou-se cada vez mais difícil assegurar que sejam cumpridos todos os requisitos de segurança exigidos pelos órgãos brasileiros nesse ambiente. Tal fato reforça a importância de aplicação da NR-18, bem como a fiscalização dela, buscando atingir a máxima proteção dos empregados no local de trabalho.

A reformulação da NR-18 pretendia revisar e implementar mudanças significativas para o setor da construção civil. A modificação determinou novas regras de proteção para o funcionário e concedeu maior autonomia aos empregadores em relação à implantação de medidas preventivas contra acidentes, além do uso de novas técnicas construtivas (BRASIL, 2020).

De acordo com o Departamento de Economia e Gestão Pública (BRASIL, 2020), através da norma, os empregadores podem desempenhar de forma mais eficaz as propostas de segurança para os empregados. O texto anterior indicava o que deveria ser realizado, com intuito de prevenir acidentes, e quais as ações preventivas deveriam ser efetuadas. Fato esse que impossibilitava o gestor de realizar uma alteração em ações de proteção e prevenção. Atualmente, o empregador pode fazer uso de novas tecnologias as quais proporcionem maior segurança no ambiente de trabalho, conforme a necessidade.

Segundo o Ministério da Economia (BRASIL, 2021a), o setor da construção civil terá uma redução de gastos de aproximadamente R\$ 470 milhões por ano com a revisão da NR-18. Esse impacto econômico a partir da mudança foi avaliado pela Secretaria de Política Econômica do Ministério da Economia (SPE/ME), levando em conta as modernizações vindas com a atualização do texto da regra. A SPE indica que existirão benefícios como a adaptação às normas de saúde e segurança do trabalho pelas firmas que atualmente estão irregulares e pelo incentivo a novas negociações na área.

Dessa forma, verifica-se que a literatura em geral apresenta a NR-18 como um dos quesitos principais a serem considerados quando se trata de segurança e saúde na construção civil. Os itens destacados na norma são fundamentais e buscam assegurar e beneficiar tanto

empregadores quanto empregados. Com base nisso, os principais itens e alterações expostos na NR-18 serão apresentados a seguir.

#### 4.3 PRINCIPAIS ITENS E MUDANÇAS

Conforme a indústria da construção civil ia se desenvolvendo, eram necessárias medidas que acompanhassem o ritmo de crescimento do setor e, conseqüentemente, a busca por melhorias na saúde e na segurança dos funcionários, além do alto índice de acidentes laborais, que eram preocupações constantes por parte do governo.

A fim de proporcionar tais melhorias no setor da construção civil, buscou-se a atualização da NR-18, sendo abordados e explanados ao longo deste item os principais tópicos referentes às mais recentes alterações realizadas na norma.

##### 4.3.1 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)

A primeira mudança a ser analisada na norma expõe que, como forma de substituir o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), entra em vigor o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). O Quadro 3 apresenta os principais itens referentes às diferenças existentes entre o PCMAT e o PGR, expostas na NR-18 de 2018 e de 2020, respectivamente.

Quadro 3 – Principais diferenças entre o PCMAT e o PGR

<b>PCMAT (NR-18 Antiga)</b>	<b>PGR (NR-18 Atual)</b>
A obrigatoriedade de implantação do PCMAT só é válida para estabelecimentos com 20 trabalhadores ou mais, considerando os aspectos desta NR, bem como outros dispositivos de segurança adicionais.	O PGR deve ser elaborado e implementado em todos os canteiros de obra, considerando riscos ocupacionais referentes àquela obra, bem como suas medidas de proteção.
Deve ser elaborado e executado por profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho.	O PGR deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho e implementado sob responsabilidade da organização.
A efetivação do PCMAT em estabelecimentos é de responsabilidade do empregador ou do condomínio. Documentos que constituem o PCMAT são: a) Memorial sobre condições e meio ambiente de trabalho nas atividades e operações, levando-se em consideração riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas.	O PGR pode ser elaborado por profissional qualificado em segurança do trabalho e implementado sob responsabilidade da organização, quando os canteiros de obras tiverem até sete metros de altura e com, no máximo, dez trabalhadores. Além de contemplar as exigências previstas na NR-1 – Disposições Gerais, o PGR da obra deve

PCMAT (NR-18 Antiga)	PGR (NR-18 Atual)
b) Projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas de execução da obra. c) Especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas. d) Cronograma de implantação das medidas preventivas definidas no PCMAT.	conter os seguintes projetos elaborados por profissional legalmente habilitado: a) Projeto da área de vivência do canteiro de obras e de eventual frente de trabalho. b) Projeto elétrico das instalações temporárias. c) Projetos dos sistemas de proteção coletiva. d) Projetos dos Sistemas de Proteção Individual Contra Quedas (SPIQ), quando aplicável. e) Relação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e suas respectivas especificações técnicas, de acordo com os riscos ocupacionais existentes.
<i>Layout</i> inicial do canteiro de obras, contemplando, inclusive, previsão de dimensionamento de áreas de vivência. Programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, com sua carga horária.	A documentação relativa à adoção de soluções alternativas também deve integrar o PGR do canteiro de obras, devendo estar disponível no local de trabalho e acompanhada das respectivas memórias de cálculo, especificações técnicas e procedimentos de trabalho.

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.2 Áreas de Vivência

Além da implantação do PGR, as áreas de vivência também sofreram alterações em suas especificações. No Quadro 4 estão expostas tais mudanças relativas à NR-18 antiga e à mais recente atualização.

Quadro 4 – Principais itens expostos na NR-18 referentes às áreas de vivência

Áreas de vivência (NR-18 Antiga)	Áreas de vivência (NR-18 Atual)
Os canteiros de obras devem dispor de: a) instalações sanitárias; b) vestiário; c) alojamento; d) local de refeições; e) cozinha, quando houver preparo de refeições; f) lavanderia; g) área de lazer; h) ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com cinquenta ou mais trabalhadores.	As instalações das áreas de vivência devem atender, no que for cabível, ao disposto na NR-24 (Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho). Essas áreas devem oferecer aos trabalhadores condições mínimas de segurança, privacidade e conforto. Devem ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza, especialmente no que se refere a instalações sanitárias, vestiário, local para refeição e alojamento quando houver trabalhador alojado.
O cumprimento do exposto nas alíneas “c”, “f” e “g” é obrigatório nos casos onde houver trabalhadores alojados. As áreas de vivência devem ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza.	Para as instalações sanitárias dos canteiros de obras, a nova NR 18 particulariza ao estabelecer que estas devem ser constituídas de lavatório, bacia sanitária sifonada, dotada de assento com tampo, e mictório, na proporção de um conjunto para cada

Áreas de vivência (NR-18 Antiga)	Áreas de vivência (NR-18 Atual)
	grupo de 20 trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de uma unidade para cada grupo de dez trabalhadores ou fração.
A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário do tipo bacia turca ou sifonado e mictório na proporção de um conjunto para cada grupo de vinte trabalhadores ou fração, bem como chuveiro, na proporção de uma unidade para cada grupo de dez trabalhadores ou fração.	Já as instalações sanitárias das frentes de trabalho devem ser compostas de bacia sanitária sifonada, dotada de assento com tampo, e lavatório para cada grupo de vinte trabalhadores ou fração, podendo ser utilizado banheiro com tratamento químico dotado de mecanismo de descarga ou de isolamento dos dejetos, com respiro e ventilação, de material para lavagem e enxugo das mãos, sendo proibido o uso de toalhas coletivas, e garantida a higienização diária dos módulos. A nova NR-18 passou a permitir a utilização de estabelecimentos nas proximidades do local de trabalho, mediante convênio formal, para o atendimento às exigências das áreas de vivência das frentes de trabalho, desde que preservadas a segurança, higiene e conforto, e garantido o transporte de todos os trabalhadores até o referido local, quando o caso exigir.
Em todo canteiro de obra deve haver local exclusivo para o aquecimento de refeições, dotado de equipamento adequado e seguro para o aquecimento. É obrigatório o fornecimento de água potável, filtrada e fresca, para os trabalhadores por meio de bebedouro de jato inclinado ou outro dispositivo equivalente, sendo proibido o uso de copos coletivos. Nas áreas de vivência devem ser previstos locais para recreação dos trabalhadores alojados, podendo ser utilizado o local de refeições para este fim.	Além disso, também será proibida, após 24 meses da publicação da norma, a utilização de contêiner, originalmente utilizado para transporte de cargas, para utilização em área de vivência, como refeitórios, vestiários ou escritórios de obras.

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

### 4.3.3 Instalações Elétricas

De acordo com a atual versão da NR-18, o item instalações elétricas foi reposicionado na nova estrutura da norma, entretanto, manteve as alterações introduzidas pela Portaria MTb n. 261, de 18 de abril de 2018, os seja, as instalações elétricas, tanto temporárias como definitivas, devem atender ao disposto na NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em

Eletricidade). Assim, como os demais tópicos abordados, as instalações elétricas temporárias devem ser executadas e mantidas por profissional legalmente habilitado.

#### 4.3.4 Etapas da Obra

A atual versão da NR-18 apresenta uma reestruturação nas etapas da obra. O Quadro 5 expõe os principais itens desse tópico, bem como as alterações sofridas.

Quadro 5 – Principais itens expostos na NR-18 referentes às etapas da obra

<b>Etapas da obra (NR-18 Antiga)</b>	<b>Etapas da obra (NR-18 Atual)</b>
<p>Demolição: Deve ser respeitado o cumprimento dos itens dispostos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Linhas de fornecimento de energia elétrica, água, líquidos inflamáveis e gasosos liquefeitos, substâncias tóxicas, canalizações de esgoto e de escoamento de água, devem ser desligadas, retiradas, protegidas ou isoladas;</li> <li>b) Análise das construções vizinhas à obra;</li> <li>c) A remoção de materiais e entulhos;</li> <li>d) Fechamento de aberturas existentes no piso;</li> <li>e) As áreas para a circulação de emergência devem estar livres;</li> <li>f) A disposição dos materiais retirados;</li> <li>g) Os materiais das edificações, durante a demolição e remoção, devem ser umedecidos;</li> <li>h) As paredes somente podem ser demolidas antes da estrutura, quando a mesma for metálica ou de concreto armado.</li> </ul> <p>Escavações, fundação e desmonte de rochas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25m devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim;</li> <li>b) As escavações com mais de 1,25m de profundidade devem dispor de escadas ou rampas, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores;</li> <li>c) Os materiais retirados da escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude;</li> <li>d) Na execução de tubulões a céu aberto, a exigência de escoramento (encamisamento) fica a critério do engenheiro, considerados os requisitos de segurança;</li> <li>e) O equipamento de descida e içamento de trabalhadores e materiais utilizado na</li> </ul>	<p>Demolição: Deve ser elaborado e efetivado um plano de demolição, sob responsabilidade de um profissional legalmente habilitado, atendendo os riscos ocupacionais que possam existir nas etapas da demolição, além das medidas de prevenção a serem adotadas, com o intuito de preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores. Tal plano de demolição deve considerar os itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) As linhas de fornecimento de energia elétrica, água, inflamáveis líquidos e gasosos liquefeitos, substâncias tóxicas, canalizações de esgoto e de escoamento de água e outros;</li> <li>b) As construções vizinhas à obra;</li> <li>c) A remoção de materiais e entulhos;</li> <li>d) As aberturas existentes no piso;</li> <li>e) As áreas para a circulação de emergência;</li> <li>f) A disposição dos materiais retirados;</li> <li>g) A propagação e o controle de poeira;</li> <li>h) O trânsito de veículos e pessoas.</li> </ul> <p>Escavações, fundação e desmonte de rochas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) O serviço de escavação, fundação e desmonte de rochas deve ser realizado e supervisionado conforme projeto elaborado por profissional legalmente habilitado e onde se realizar esses serviços, quando houver risco, devem ter sinalização de advertência;</li> <li>b) As escavações com profundidade superior a 1,25m somente pode ser iniciada com a liberação e autorização do profissional legalmente habilitado, atendendo ao disposto nas normas técnicas nacionais vigentes;</li> <li>c) As escavações do canteiro de obras próximas de edificações devem ser monitoradas e o resultado documentado;</li> </ul>

<b>Etapas da obra (NR-18 Antiga)</b>	<b>Etapas da obra (NR-18 Atual)</b>
<p>execução de tubulões a céu aberto deve ser dotado de sistema de segurança;</p> <p>f) A escavação de tubulões a céu aberto, alargamento ou abertura manual de base e execução de taludes, deve ser precedida de sondagem ou estudo geotécnico local;</p> <p>g) Na execução de escavações e fundações sob ar comprimido, devem ser obedecidas as Tabelas de Descompressão constantes do Anexo no 6 da NR-15 – Atividades e Operações Insalubres;</p> <p>h) Na operação de desmonte de rocha a fogo, fogacho ou mista, deve haver um blaster, responsável pelo armazenamento, preparação das cargas, carregamento das minas, ordem de fogo, detonação e retirada das que não explodiram, destinação adequada das sobras e pelos dispositivos elétricos necessários às detonações.</p>	<p>d) Dentre as alterações ocorridas neste item destacamos ainda a definição de novos critérios para execução com segurança de tubulão escavado manualmente, que agora ficará limitado a 15 metros de profundidade;</p> <p>e) A partir da vigência da norma, as empresas terão prazo de 24 meses para abolirem o uso do tubulão com ar comprimido, sendo permitida, após esse prazo, o término daqueles que ainda estiverem em andamento.</p> <p>f) Para a operação de desmonte de rocha a fogo é obrigatória a elaboração, por profissional legalmente habilitado, de um Plano de Fogo para cada detonação, considerando os riscos ocupacionais e as medidas de prevenção detonação, retirada dos explosivos que não explodirem e sua destinação adequada;</p> <p>Deve haver um blaster responsável pelo armazenamento e preparação das cargas, carregamento das minas, ordem de fogo e detonação, retirada dos explosivos que não explodirem e sua destinação adequada.</p>

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.5 Carpintaria e Armação

Com relação à carpintaria e à armação, elas se apresentavam separadamente na versão antiga da NR-18, sendo uma das alterações expostas na versão atual do texto. O Quadro 6 apresenta os principais itens expostos sobre o tema.

Quadro 6 – Principais itens relacionados à carpintaria e à armação da NR-18

<b>Carpintaria e Armação (Antiga NR-18)</b>	<b>Carpintaria e Armação (Nova NR-18)</b>
<p>Carpintaria: a serra circular deve atender as seguintes disposições:</p> <p>a) Deve ser operada por trabalhador qualificado.</p> <p>b) Ser dotada de mesa estável, com fechamento de suas faces inferiores, anterior e posterior, construída em madeira resistente e de primeira qualidade, material metálico ou similar de resistência equivalente, sem irregularidades, com dimensionamento suficiente para a execução das tarefas.</p> <p>c) Ter a carcaça do motor aterrada eletricamente.</p>	<p>As medidas de segurança relativas às operações em carpintaria e armação foram fundidas nessa etapa, sendo que os itens relativos ao equipamento serra circular foram deslocados para o capítulo de máquinas e equipamentos;</p> <p>As áreas de trabalho dos serviços de carpintaria e onde são realizadas as atividades de corte, dobragem e armação de vergalhões de aço devem:</p> <p>a) Ter piso resistente, nivelado e antiderrapante.</p>

<b>Carpintaria e Armação (Antiga NR-18)</b>	<b>Carpintaria e Armação (Nova NR-18)</b>
<p>d) O disco deve ser mantido afiado e travado, devendo ser substituído quando apresentar trincas, dentes quebrados ou empenamentos.</p> <p>e) As transmissões de força mecânica devem ser protegidas obrigatoriamente por anteparos fixos e resistentes, não podendo ser removidos durante os trabalhos.</p> <p>a) Ser provida de coifa protetora do disco e cutelo divisor, com identificação do fabricante e ainda coletor de serragem.</p> <p>Nas operações de corte de madeira devem ser utilizados dispositivos empurradores e guia de alinhamento.</p> <p>A carpintaria deve ter piso resistente, nivelado e antiderrapante, com cobertura capaz de proteger os trabalhadores contra quedas de materiais e intempéries.</p> <p>Armação:</p> <p>a) A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra devem ser feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores.</p> <p>b) É proibida a existência de pontas verticais de vergalhões de aço desprotegidas.</p>	<p>a) Possuir cobertura capaz de proteger os trabalhadores contra intempéries e queda de materiais.</p> <p>b) Possuir lâmpadas para iluminação protegidas contra impactos provenientes da projeção de partículas;</p> <p>c) Ter coletados e removidos, diariamente, os resíduos das atividades;</p> <p>As extremidades de vergalhões que ofereçam risco para os trabalhadores devem ser protegidas.</p> <p>Os feixes de vergalhões de aço que forem deslocados por equipamentos de guindar devem ser amarrados de modo a evitar escorregamento.</p>

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.6 Estruturas de Concreto

Quanto às estruturas de concreto, foi possível observar na nova NR-18 a obrigatoriedade de projeto de formas e escoramentos, o que não era visto anteriormente. No Quadro 7 são apresentados os principais itens referentes a esse tema.

Quadro 7 – Principais itens relacionados às estruturas de concreto da NR-18

<b>Estruturas de Concreto (Antiga NR-18)</b>	<b>Estruturas de Concreto (Nova NR-18)</b>
<p>Os suportes e escoras de fôrmas devem ser inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado.</p> <p>As conexões dos dutos transportadores de concreto devem possuir dispositivos de segurança para impedir a separação das partes, quando o sistema estiver sob pressão.</p> <p>As caçambas transportadoras de concreto devem ter dispositivos de segurança que impeçam o seu descarregamento acidental.</p> <p>Os vibradores de imersão e de placas devem ter dupla isolação e os cabos de ligação devem</p>	<p>Nessa etapa a novidade é a exigência de projeto das formas e dos escoramentos, indicando a sequência de retirada das escoras, deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado.</p> <p>A operação de concretagem deve ser supervisionada por trabalhador capacitado, devendo ser observadas as seguintes medidas:</p> <p>a) Inspeccionar os equipamentos e os sistemas de alimentação de energia antes e durante a execução dos serviços.</p>

<b>Estruturas de Concreto (Antiga NR-18)</b>	<b>Estruturas de Concreto (Nova NR-18)</b>
ser protegidos contra os choques mecânicos e cortes pela ferragem, devendo ser inspecionados antes e durante a utilização.	b) Inspeccionar as peças e máquinas do sistema transportador de concreto antes e durante a execução dos serviços. c) Inspeccionar o escoramento e a resistência das formas antes e durante a execução dos serviços. d) Isolar e sinalizar o local onde se executa a concretagem, sendo permitido o acesso somente à equipe responsável. e) Dotar as caçambas transportadoras de concreto de dispositivos de segurança que impeçam o seu descarregamento acidental.

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.7 Estruturas Metálicas

Quanto a obras com estruturas metálicas, a nova NR-18 introduz requisitos novos, os quais são importantes para a segurança dos funcionários no local de trabalho. No Quadro 8 são expostos os principais itens referentes ao tema.

Quadro 8 – Principais itens relacionados às estruturas metálicas da NR-18

<b>Estruturas Metálicas (Antiga NR-18)</b>	<b>Estruturas Metálicas (Nova NR-18)</b>
As peças devem estar previamente fixadas antes de serem soldadas, rebitasadas ou parafusadas.	Para estruturas metálicas foram introduzidos dois novos e importantes requisitos: a) Toda montagem, manutenção e desmontagem de estrutura metálica deve estar sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado. b) Na montagem de estruturas metálicas, o SPIQ e os meios de acessos dos trabalhadores à estrutura deve estar previstos no PGR da obra.

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.8 Escadas, Rampas e Passarelas

Com relação ao uso de escadas, rampas e passarelas, itens estes obrigatórios quando há necessidade de deslocamentos entre pisos com diferença de nível, observam-se algumas alterações no texto atual da norma. No Quadro 9 são apresentadas as principais modificações referentes ao tema.

Quadro 9 – Principais itens e mudanças relacionadas a escadas, rampas e passarelas

<b>Escadas, Rampas e Passarelas (Antiga NR-18)</b>	<b>Escadas, Rampas e Passarelas (Nova NR-18)</b>
É obrigatória a instalação de rampa ou escada provisória de uso coletivo para transposição	É obrigatória a instalação de escada ou rampa para transposição de pisos com diferença de nível

<b>Escadas, Rampas e Passarelas (Antiga NR-18)</b>	<b>Escadas, Rampas e Passarelas (Nova NR-18)</b>
<p>de níveis como meio de circulação de trabalhadores;</p> <p>As escadas de uso coletivo, rampas e passarelas para a circulação de pessoas e materiais devem ser de construção sólida e dotadas de corrimão e rodapé.</p> <p>As escadas provisórias de uso coletivo devem ser dimensionadas em função do fluxo de trabalhadores, respeitando-se a largura mínima de 0,80m devendo ter pelo menos a cada 2,90m de altura um patamar intermediário.</p> <p>A escada de mão deve ter seu uso restrito para acessos provisórios e serviços de pequeno porte. As escadas de mão poderão ter até 7,00m de extensão e o espaçamento entre os degraus deve ser uniforme, variando entre 0,25m a 0,30m.</p> <p>A escada extensível deve ser dotada de dispositivo limitador de curso, colocado no quarto vão a contar da catraca. Caso não haja o limitador de curso, quando estendida, deve permitir uma sobreposição de no mínimo 1,00m.</p> <p>A escada fixa, tipo marinho, com 6,00m ou mais de altura, deve ser provida de gaiola protetora a partir de 2,00m acima da base até 1,00m acima da última superfície de trabalho. Para cada lance de 9,00m, deve existir um patamar intermediário de descanso, protegido por guarda-corpo e rodapé.</p> <p>Rampas e passarelas:</p> <p>a) As rampas provisórias devem ser fixadas no piso inferior e superior, não ultrapassando 30° (trinta graus) de inclinação em relação ao piso.</p> <p>b) As rampas provisórias usadas para trânsito de caminhões devem ter largura mínima de 4,00m e ser fixadas em suas extremidades.</p>	<p>superior a 0,4 m como meio de circulação de trabalhadores.</p> <p>A utilização de escadas e rampas deve observar os seguintes ângulos de inclinação:</p> <p>a) Para rampas, ângulos inferiores a 15° (quinze graus).</p> <p>b) Para escadas móveis, ângulos entre 50° (cinquenta graus) e 75° (setenta e cinco graus), ou de acordo com as recomendações do fabricante.</p> <p>c) Para escadas fixas tipo vertical, ângulos entre 75° (setenta e cinco graus) e 90° (noventa graus).</p> <p>As escadas foram divididas em tipos:</p> <p>a) Escada fixa de uso coletivo: ser dimensionadas em função do fluxo de trabalhadores; ter altura uniforme entre os degraus de, no máximo, 0,2 m; ter piso com forração completa e antiderrapante.</p> <p>b) Escada fixa vertical: largura entre 0,4m e 0,6 m; ter altura máxima de 10 m, se for de um único lance; ter altura máxima de 6m entre duas plataformas de descanso, se for de múltiplos lances; possuir plataforma de descanso com dimensões mínimas de 0,6m x 0,6m e dotada de sistema de proteção contra quedas.</p> <p>c) Escadas portáteis: as escadas portáteis devem: ter espaçamento uniforme entre os degraus de 0,25m a 0,3m; ser dotadas de degraus antiderrapantes; ser apoiadas em piso resistente; ser fixadas em seus apoios ou possuir dispositivo que impeça seu escorregamento.</p> <p>d) Escada portátil de uso individual (de mão): possuir, no máximo, 7m de extensão; ultrapassar em pelo menos 1m o piso superior; possuir degraus fixados aos montantes por meios que garantam sua rigidez.</p> <p>e) Escada portátil extensível: permitir sobreposição de, no mínimo, 1m, quando estendida, caso não haja limitador de curso; ser fixada em estrutura resistente e estável em pelo menos um ponto, de preferência no nível superior; A escada extensível com mais de 7m de comprimento deve possuir sistema de travamento (tirante ou vareta de segurança) para impedir que os montantes fiquem soltos e prejudiquem a estabilidade.</p> <p>Rampas e passarelas: possuir sistema de proteção contra quedas em todo o perímetro; ter largura mínima de 0,8m; ter piso com forração completa e antiderrapante; ser firmemente fixadas em suas extremidades; nas rampas com inclinação superior a 6° (seis graus), devem ser fixadas peças transversais, espaçadas em, no máximo, 0,4m ou outro dispositivo de apoio para os pés.</p>

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

### 4.3.9 Medidas de Proteção Contra Quedas de Altura

Grande parte dos acidentes ocorridos no setor da construção civil é decorrente da queda de trabalhadores nos locais de trabalho. Com base nisso, o texto atual da NR-18 apresenta algumas modificações, a fim de aumentar os níveis de proteção dos funcionários no canteiro de obra. No Quadro 10 são apresentadas algumas modificações relativas ao item.

Quadro 10 – Principais itens e mudanças relacionados às medidas de proteção contra quedas de altura

<b>Medidas de proteção contra quedas de altura (Antiga NR-18)</b>	<b>Medidas de proteção contra quedas de altura (Nova NR-18)</b>
<p>As aberturas, em caso de serem utilizadas para o transporte vertical de materiais e equipamentos, devem ser protegidas por guarda-corpo fixo, no ponto de entrada e saída de material, e por sistema de fechamento do tipo cancela ou similar.</p> <p>É obrigatória, na periferia da edificação, a instalação de proteção contra queda de trabalhadores e projeção de materiais a partir do início dos serviços necessários à concretagem da primeira laje.</p> <p>A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, em sistema de guarda-corpo e rodapé, deve atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) Ser construída com altura de 1,20m para o travessão superior e 0,70m para o travessão intermediário.</p> <p>b) Ter rodapé com altura de 0,20m.</p> <p>c) Ter vãos entre travessas preenchidos com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura.</p> <p>Em todo perímetro da construção de edifícios com mais de quatro pavimentos ou altura equivalente, é obrigatória a instalação de uma plataforma principal de proteção na altura da primeira laje que esteja, no mínimo, um pé-direito acima do nível do terreno.</p> <p>Acima e a partir da plataforma principal de proteção, devem ser instaladas, também, plataformas secundárias de proteção, em balanço, de três em três lajes.</p> <p>O perímetro da construção de edifícios, deve ser fechado com tela a partir da plataforma principal de proteção.</p> <p>As plataformas de proteção devem ser construídas de maneira resistente e mantidas sem sobrecarga que prejudique a estabilidade de sua estrutura.</p>	<p>É obrigatória a instalação de proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais e objetos no entorno da obra, projetada por profissional legalmente habilitado.</p> <p>A proteção, quando constituída de anteparos rígidos em sistema de guarda-corpo e rodapé, deve atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) Travessão superior a 1,2m de altura e resistência à carga horizontal de 90 kgf/m, sendo que a deflexão máxima não deve ser superior a 0,076m.</p> <p>b) Travessão intermediário a 0,7 m de altura e resistência à carga horizontal de 66 kgf/m.</p> <p>c) Rodapé com altura mínima de 0,15m rente à superfície e resistência à carga horizontal de 22 kgf/m.</p> <p>d) Ter vãos entre travessas preenchidos com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura.</p> <p>Quando da utilização de plataformas de proteção primária, secundária ou terciária, essas devem ser projetadas por profissional legalmente habilitado e atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) Ser projetada e construída de forma a resistir aos impactos das quedas de objetos.</p> <p>Ser mantida em adequado estado de conservação;</p> <p>b) Ser mantida sem sobrecarga que prejudique a estabilidade de sua estrutura.</p> <p>Quando da utilização de redes de segurança, essas devem ser confeccionadas e instaladas de acordo com os requisitos de segurança e ensaios previstos nas normas EN-1263-1 e EN-1263-2 ou em normas técnicas nacionais vigentes.</p>

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

#### 4.3.10 Andaimos e Plataformas de Trabalho

No setor da construção civil, o uso de andaimes e de plataformas de trabalho auxilia de forma significativa o transporte de pessoas e o acesso a diferentes locais no canteiro de obras. O Quadro 11 apresenta as principais modificações da NR-18, relacionadas ao tema.

Quadro 11 – Alterações na NR-18 relacionadas a andaimes e plataformas de trabalho

<b>Andaimos e Plataformas de Trabalho (Antiga NR-18)</b>	<b>Andaimos e Plataformas de Trabalho (Nova NR-18)</b>
<p>Andaimos: Os projetos de andaimes do tipo fachadeiro, suspensos e em balanço devem ser acompanhados pela respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.</p> <p>As montagens de andaimes dos tipos fachadeiros, suspensos e em balanço devem ser precedidas de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado.</p> <p>Devem ser tomadas precauções, quando da montagem ou movimentação de andaimes próximos à rede elétrica.</p> <p>A madeira para confecção de andaimes deve ser de boa qualidade, sem apresentar nós e rachaduras que comprometam a sua resistência, sendo proibido o uso de pintura que encubra imperfeições.</p> <p>É proibida, sobre o piso de trabalho de andaimes, a utilização de escadas e outros meios para atingir lugares mais altos.</p> <p>Nos andaimes simplesmente apoiados é proibido o trabalho em altura superior a 2,00m e largura inferior a 0,90m.</p> <p>Os andaimes em balanço devem ter sistema de fixação à estrutura da edificação capaz de suportar três vezes os esforços solicitantes, sendo contraventado e ancorado de forma a eliminar quaisquer oscilações.</p> <p>Nos andaimes suspensos mecânicos, os cabos de suspensão devem trabalhar na vertical e o estrado na horizontal. Os trabalhadores devem estar com cinto de segurança tipo paraquedista ligado a cabo de segurança com extremidade fixada na construção, independente da estrutura do andaime.</p> <p>A cadeira suspensa deve dispor de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sistema dotado com dispositivo de subida e descida com dupla trava de segurança.</li> <li>A sustentação da cadeira deve ser feita por meio de cabo de aço ou cabo de fibra sintética.</li> <li>O trabalhador deve utilizar cinto de segurança tipo paraquedista, ligado à trava quedas em cabo guia independente.</li> </ol>	<p>Andaimos: Foram divididos por tipos (andaime simplesmente apoiado, andaime suspenso e andaime suspenso motorizado), com a incorporação de novas exigências e também regras mais seguras para ancoragens.</p> <p>Entre as novas exigências destacam-se:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A montagem de andaimes deve ser executada conforme projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, exceto os andaimes simplesmente apoiados construídos em torre única com altura inferior a 4 vezes a menor dimensão da base de apoio, estes ficam dispensados do projeto de montagem, devendo ser montados de acordo com o manual de instrução.</li> </ol> <p>Os andaimes devem possuir registro formal de liberação de uso assinado por profissional qualificado em segurança do trabalho ou pelo responsável pela frente de trabalho ou da obra.</p> <p>A manutenção do andaime deve ser feita por trabalhador capacitado, sob supervisão e responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado, obedecendo às especificações técnicas do fabricante.</p> <p>É proibido trabalhar em plataforma de trabalho sobre cavaletes que possuam altura superior a 1,5m e largura inferior a 0,9m.</p> <p>Os ensaios para comprovação da carga mínima do dispositivo de ancoragem devem atender ao disposto nas normas técnicas nacionais vigentes ou, na sua ausência, as determinações do fabricante.</p> <p>A ancoragem deve apresentar na sua estrutura, em caracteres indelévels e bem visíveis, número máximo de trabalhadores conectados simultaneamente ou força máxima aplicável e pictograma, indicando que o usuário deve ler as informações fornecidas pelo fabricante.</p> <p>O andaime suspenso deve possuir, no mínimo, quatro pontos de sustentação independentes, dispor de ponto de ancoragem do SPIQ independente do ponto de ancoragem do</p>

<b>Andaimes e Plataformas de Trabalho (Antiga NR-18)</b>	<b>Andaimes e Plataformas de Trabalho (Nova NR-18)</b>
<p>d) O sistema de fixação da cadeira suspensa deve ser independente do cabo guia da trava quedas.</p> <p>e) É proibida a improvisação de cadeira suspensa.</p>	<p>andaime, dispor de sistemas de fixação, sustentação e estruturas de apoio, precedidos de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado.</p> <p>Plataforma de cremalheira – a operação da plataforma de cremalheira deve:</p> <p>a) Ser realizada por trabalhadores capacitados quanto ao carregamento e posicionamento dos materiais no equipamento.</p> <p>b) Ser realizada por trabalhadores protegidos por SPIQ independentemente da plataforma ou do dispositivo de ancoragem definido pelo fabricante.</p> <p>c) Ter a área de trabalho sob o equipamento sinalizada e com acesso controlado.</p> <p>d) Ser realizada, no percurso vertical, sem interferências no seu deslocamento.</p> <p>e) No caso de utilização de plataforma de chassi móvel, este deve ficar devidamente nivelado, patolado ou travado no início da montagem das torres verticais de sustentação da plataforma, permanecendo dessa forma durante o seu uso e desmontagem.</p> <p>Plataforma elevatória móvel de trabalho PEMT: Os requisitos de segurança e as medidas de prevenção, bem como os meios para a sua verificação, para as plataformas elevatórias móveis de trabalho destinadas ao posicionamento de pessoas, juntamente com as suas ferramentas e materiais necessários nos locais de trabalho, devem atender às normas técnicas nacionais vigentes.</p> <p>A PEMT não deve ser operada quando posicionada sobre caminhões, trailers, carros, veículos flutuantes, estradas de ferro, andaimes ou outros veículos, vias e equipamentos similares, a menos que tenha sido projetada para este fim.</p>

Fonte: Adaptado de NR-18 (2018) e de NR-18 (2020)

Dessa forma, a partir das principais mudanças listadas, entende-se que há necessidade de implementar modelos novos de fiscalização e de controle, os quais apresentem maior eficiência, buscando o aperfeiçoamento na inspeção de serviços prestados na indústria da construção civil.

Com base no exposto, será apresentada a seguir a identificação de alguns elementos para propor um modelo de ferramenta capaz de auxiliar as empresas no acompanhamento, na fiscalização e no armazenamento de dados referentes às obras do setor.

#### 4.4 IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS PARA PROPOSTA DE MODELO

Por meio da tecnologia desenvolvida ao longo dos últimos anos, tornou-se possível o uso de ferramentas capazes de proporcionar maior eficiência, otimização de tempo e espaço, além de oferecer maior controle de resultados aos gestores.

Com base no trabalho em questão e tendo em vista as atualizações recentes da NR-18, busca-se a proposta de um sistema capaz de auxiliar empresas e órgãos públicos na fiscalização e no acompanhamento dos aspectos exigidos em norma. Nesse caso, optou-se pelo uso de um modelo para exemplificar esse sistema.

O *dashboard* é uma ferramenta de controle que expõe indicadores de como está o desempenho de uma empresa, por exemplo, possibilitando que colaboradores visualizem aspectos de forma mais clara e acessível.

Segundo Few (2006), os *dashboards* podem ser usados no monitoramento de dados, oferecendo suporte para alcançar objetivos considerados importantes em um negócio.

De acordo com Arbex (2013), o termo *dashboard* é descrito como painéis que apresentam dados estatísticos através de meios visuais, como mapas e gráficos.

As empresas estão cada vez mais tendo acesso a um grande volume de dados, e, a partir dessa ferramenta, podem ser visualizados indicadores importantes, auxiliando os gestores na tomada de decisões.

Arbex (2013) aponta que o principal objetivo de um *dashboard* é a melhoria de processos, a fim de que sejam tomadas decisões convictas, sendo que essa meta é atingida a partir do momento em que os dados são expostos por meio de visualizações e de recursos interativos.

Turban *et al.* (2009) destacam que a visualização por meio de *dashboards* oferece uma visão rápida e vasta de desempenho mediante representações gráficas, as quais podem apresentar medidas, tendências e exceções de desempenho, integrando informações de várias áreas.

Entende-se que um painel de controle pode fornecer um diagnóstico e informações pontuais necessárias, que, nesse caso, constituem a base do modelo proposto aqui.

##### 4.4.1 Modelo Tridimensional COBIT

O modelo tridimensional utilizado para exemplificar a proposta de *dashboard* é baseado no cubo de *Control Objectives for Information and Related Technology* (COBIT), que

pode ser estabelecido como uma ferramenta para gestão de projetos e de processos de Tecnologia da Informação (TI), a qual pode ser utilizada em outras áreas do conhecimento, visto que é um *framework*, isto é, uma estrutura capaz de fornecer uma base para efetivação e gestão de diversos projetos, além da Tecnologia de Informação (LOBO; LOBO, 2021).

Conforme apontam acordo com Lobo e Lobo (2021), o COBIT apresentado em 1996 era um *framework* para auditorias e controles de TI. No ano de 2005, foi anunciada a quarta versão, o COBIT 4.0, em que o conceito de governança em tecnologia de informação foi incluso por meio de processos de governança e *compliance*.

A fim de explicar brevemente sobre os conceitos de governança e *compliance*, a seguir, serão expostas algumas definições apontadas por Coelho (2016, p. 81):

A ideia de governança pública originou-se da governança corporativa (*corporate governance*). Sabe-se que a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), define governança corporativa como o conjunto de relações entre a administração de uma empresa, seu conselho de administração, seus acionistas e outras partes interessadas. Trata-se de um conjunto de práticas que têm por objetivo regular a administração e o controle das instituições.

De acordo com Lobo e Lobo (2021), *compliance* remete ao fato de estar de acordo com a lei, assim como a compatibilidade dos processos para atender às exigências de partícipes e de fornecedores.

O COBIT 5, desenvolvido e disseminado pelo Information System Audit and Control (ISACA) e apresentado no fim de 2012, é um *framework* de governança e gestão corporativa de TI (DOURADO, 2014).

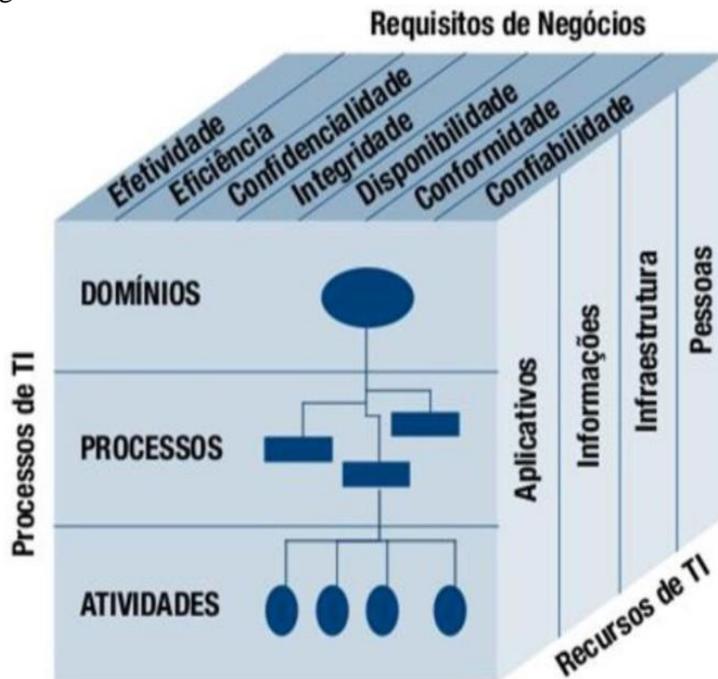
Apresenta-se, com base em Dourado (2014), os benefícios do COBIT 5 para as organizações:

- a) Manter informações de alta qualidade para suportar as decisões de negócios.
- b) Gerar “valor” dos investimentos em TI, isto é, atingir metas estratégicas e entregar benefícios de negócio por meio do efetivo uso da TI.
- c) Atingir a excelência operacional por meio da aplicação confiável e eficiente da tecnologia.
- d) Manter riscos relacionados com a TI em um nível aceitável.
- e) Otimizar o custo de serviços de TI.
- f) Manter a conformidade com leis, regulamentos, acordos contratuais e políticas.

Já o COBIT 2019, versão mais atualizada do produto, apresenta uma atualização de estrutura e de conteúdo, com novos recursos, como fatores de *design*, os quais permitem adaptar os sistemas de governança (STEUPERAERT, 2019).

Conforme citado, o cubo de COBIT irá servir de base para exemplificar o modelo de *dashboard* proposto, com o intuito de oferecer fiscalização e acompanhamento de obra, baseando-se na atualização da NR-18. Na Figura 1 é apresentado o modelo conceitual do cubo de COBIT.

Figura 1 – O cubo de COBIT



Fonte: ITGI (2007)

O cubo de COBIT apresenta característica de multicamadas e tridimensional para os projetos de TI. Na face frontal, são expostos os domínios, os processos e as atividades. Na segunda face, são considerados os recursos de TI, os quais são divididos em aplicativos, informações, infraestrutura e pessoas. Por fim, na terceira face, são apresentados os requisitos de negócios (LOBO, 2021).

Com base no exposto até o momento, entende-se que existem elementos suficientes para desenvolver uma proposta de *dashboard*, na qual podem ser abordados itens diversos e considerados importantes no auxílio à fiscalização de norma, com ênfase para a NR-18.

#### **4.4.2 Proposta de Modelo para Desenvolvimento de um Aplicativo para Fiscalização e Controle da NR-18**

A principal característica do trabalho gira em torno da identificação dos elementos julgados necessários para propor o desenvolvimento de um aplicativo. A partir das pesquisas

que discorrem sobre o tema da fiscalização e atualização da NR-18, aliadas ao cenário da Indústria 4.0, foram determinados alguns tópicos que podem servir de referência para nortear a criação e, conseqüentemente, a aplicação do modelo em destaque.

O modelo será inspirado no cubo de COBIT, no qual são identificados aspectos considerados fundamentais para a abordagem e o desenvolvimento de um aplicativo no futuro. Observa-se que as características tridimensionais e com multicamadas são mantidas no modelo conceitual proposto, sendo apresentadas nas três dimensões os aspectos técnicos, os de gestão e os regulatórios, respectivamente.

Os aspectos técnicos foram elaborados a partir dos principais elementos da versão atual da NR-18. Nesta etapa, buscou-se identificar alguns dos segmentos e ambientes afetados pela fiscalização da norma nas empresas, os quais são identificados como áreas de vivência, instalações elétricas, etapas da obra, carpintaria e armação, estruturas de concreto, estruturas metálicas, escadas rampas e passarelas, medidas de proteção contra quedas de altura e, por fim, andaimes e plataformas de trabalho.

Na segunda face são considerados os aspectos de gestão, os quais são divididos em Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) e o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Tais itens foram abordados com base nos programas de controle e gestão da segurança no ambiente de trabalho no Brasil.

A terceira face apresenta os aspectos regulatórios, por exemplo, Recursos Humanos (RH), Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), os quais são identificados como departamento, legislação e órgão, respectivamente. Além disso foram abordados os *stakeholders*, que, na tradução livre para o português, significa partes interessadas. Pela definição de Freeman (1984 *apud* LYRA; GOMES; JACOVINE, 2009), um *stakeholder* em uma instituição, é qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pela prática dos objetivos dessa corporação. No cenário da NR-18, pode-se identificar os *stakeholders* como sendo empresas, empresários, trabalhadores, poder público, de modo que estes são as partes interessadas e afetadas diretamente com a versão atualizada da Norma Regulamentadora.

A fim de exemplificar o exposto anterior, no Quadro 12 são apresentados os elementos identificados, com base nas especificações observadas na NR-18, na legislação e quais seriam os indivíduos envolvidos no processo.

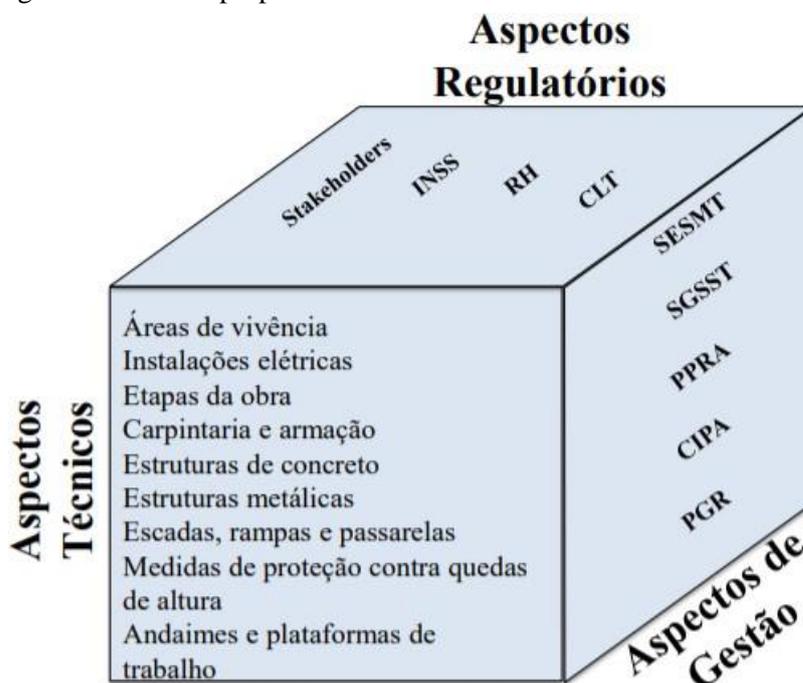
Quadro 12 – Elementos técnicos, de gestão e regulatórios aplicados à versão atual da NR-18

Aspectos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de vivência;</li> <li>• Instalações elétricas;</li> <li>• Etapas da obra;</li> <li>• Carpintaria e armação;</li> <li>• Estruturas de concreto;</li> <li>• Estruturas metálicas;</li> <li>• Escadas, rampas e passarelas;</li> <li>• Medidas de proteção contra quedas de altura;</li> <li>• Andaimos e plataformas de trabalho.</li> </ul>
Aspectos de gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGR;</li> <li>• CIPA;</li> <li>• SESMT;</li> <li>• SGSST;</li> <li>• PPRA.</li> </ul>
Aspectos regulatórios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RH;</li> <li>• CLT;</li> <li>• INSS;</li> <li>• <i>Stakeholders</i>.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora deste Trabalho de Conclusão de Curso (2022)

A partir dos dados do Quadro 12 e com base no modelo do cubo de COBIT, desenvolveu-se um modelo que servirá de apoio para, futuramente, auxiliar na criação de um aplicativo que poderá auxiliar empresas e órgãos públicos na fiscalização e no controle da NR-18. Na Figura 2 é apresentado o modelo proposto.

Figura 2 – Modelo proposto



Fonte: Elaborada pela autora deste Trabalho de Conclusão de Curso (2022)

A partir da proposta para desenvolvimento e implementação do modelo, considerou-se abordar também um grau de segurança, o qual seria resultante da análise dos aspectos apresentados. Esse grau de segurança poderia assemelhar-se, por exemplo, a uma avaliação institucional na qual são examinados alguns critérios, resultando em uma nota para cada curso oferecido.

De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2018), com o intuito de agregar ao processo de avaliação da educação superior, foi criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) um novo indicador. O Conceito Preliminar de Curso (CPC) varia entre 1 e 5, indicando a situação dos cursos de graduação no Brasil.

O CPC é divulgado todos os anos, juntamente com os resultados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). De modo operacional, os cursos que obtiverem CPC 1 e 2 serão automaticamente incluídos no cronograma de visitas dos avaliadores do Inep. Os cursos que apresentarem conceito 3 atendem completamente aos critérios de qualidade, e os cursos que obtiveram conceito 5 são considerados de excelência, servindo de referência para os demais cursos (BRASIL, 2018).

Para o modelo, como citado anteriormente, esse indicador de segurança considera os três aspectos abordados anteriormente: aspectos técnicos, regulatórios e de gestão. A proposta, então, seria de que cada dimensão do cubo fosse avaliada de forma separada e, conseqüentemente, apresente uma nota com intervalo de 1 a 5. De modo operacional, a classificação pode ser:

- a) Ruim: sempre que a nota resultante estiver entre o intervalo 1 e 2;
- b) Regular: sempre que a nota resultante atingir 3;
- c) Muito bom: sempre que a nota resultante atingir 4; e
- d) Excelente: sempre que a nota resultante atingir 5.

Optou-se por estabelecer pesos diferentes para cada face do cubo, sendo o maior deles para o aspecto técnico, considerando as principais atualizações da norma como critério principal de observação em uma fiscalização.

Com base nos critérios estabelecidos em norma, o modelo proposto oferece diretrizes as quais poderiam facilitar o controle e a fiscalização de obras, resultando em um sistema mais eficaz quanto à abordagem da NR-18 no cenário brasileiro.

Na sequência, com base no exposto acima, surgiram alguns questionamentos a respeito do modo como são abordados os aspectos de fiscalização e controle de obras no Brasil, com ênfase para a NR-18. Para compreensão desse tema, a seguir serão exibidas algumas práticas e aplicações tecnológicas relacionadas à segurança que estão em vigor no Brasil.

#### 4.5 AS MELHORES PRÁTICAS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS RELACIONADAS À SEGURANÇA NO BRASIL

Conforme citado anteriormente, buscou-se o entendimento de como é aplicada e monitorada a NR-18 no Brasil, dada a importância do setor na geração de empregos. De acordo com Abrainc (2021), indicadores atuais apontam que 10% dos trabalhadores brasileiros são funcionários do setor da construção civil.

Tal importância geoeconômica faz com que os órgãos de controle, como o Ministério do Trabalho, ofereçam uma atenção específica para as relações de trabalho desse setor, sobretudo a fiscalização das Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) (CBIC, 2018).

De acordo com CBIC (2018), apenas no ano de 2017 foram realizadas mais de 12 mil fiscalizações de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção pela auditoria fiscal do Ministério do Trabalho.

Na Figura 3 são expostos os dez setores mais fiscalizados em 2016, nos quais a construção aparece em primeiro lugar, superando setores de comércio, indústria, agricultura, transporte, entre outros.

Figura 3 – Setores mais fiscalizados em 2016

10 SETORES MAIS FISCALIZADOS EM 2016					
Setor	Fiscalização	Notificadas	Autos de infração	Interdição ou Embargo	Acidentes Analisados
CONSTRUÇÃO	28,28%	11,57%	36,01%	54,57%	25,78%
COMÉRCIO; REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E MOTOCICLETAS	20,32%	24,50%	14,25%	10,05%	12,89%
INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	17,20%	25,45%	21,49%	19,67%	33,48%
AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO FLORESTAL, PESCA E AQUICULTURA	8,24%	17,25%	6,78%	2,61%	4,41%
TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E CORREIO	6,64%	5,79%	5,54%	2,85%	7,79%
ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO	4,66%	4,69%	2,91%	2,61%	1,99%
SAÚDE HUMANA E SERVIÇOS SOCIAIS	3,23%	2,21%	3,08%	1,60%	0,95%
ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	3,20%	2,21%	2,53%	0,87%	3,37%
EDUCAÇÃO	1,73%	1,11%	0,64%	0,17%	0,61%

Fonte: Brasil (2017)

A fim de compreender o andamento dessa fiscalização no cenário brasileiro, foram abordadas algumas especificações apresentadas em uma entrevista realizada com um auditor fiscal do trabalho.

Primeiramente, ao ser questionado sobre como se dá o andamento do trabalho de fiscalização, o auditor aponta que são efetuadas duas formas de fiscalização: a indireta, na qual não é necessária a inspeção do ambiente de trabalho; e a direta ou dirigida, que exige o reconhecimento do ambiente de trabalho. Na fiscalização direta, é realizada a inspeção do ambiente ocupacional, suas proteções coletivas e individuais contra quedas, utilização de EPIs, análise das máquinas e equipamentos utilizados, análise das suas instalações elétricas, análise das áreas comuns, além da entrevista com alguns trabalhadores, com o intuito de averiguar se as exigências das normas estão sendo atendidas.

Segundo o auditor fiscal, após o trabalho de campo são solicitados os projetos de segurança da obra para fins de certificação quanto à conformidade do que está em execução em relação ao que está em projeto. Dessa forma, havendo situações de grave e iminente risco, é efetuado imediatamente o embargo da obra ou a interdição de máquinas, equipamentos, serviços ou setores, além de notificar para que a empresas apresente os documentos pertinentes.

A partir disso, são indagados quais seriam os principais pontos relacionados às dificuldades enfrentadas no desempenho da função. De acordo com o entrevistado, com relação às Normas Regulamentadoras, observa-se a falta de conscientização por parte dos engenheiros responsáveis, sendo que grande parte se encontra alheia à segurança no ambiente de trabalho. Quanto ao desempenho da função de auditor fiscal do trabalho, as dificuldades estão relacionadas à falta de funcionários, de viaturas e de motorista.

Com base na atualização da NR-18, questionou-se qual a opinião do gestor com relação às mudanças da norma, bem como sua perspectiva de melhora a partir dessas modificações. De acordo com ele, na versão recente da NR-18, preocupou-se em abordar conceitos comuns a todas as normas em vigor, além de não abordar o detalhamento de como executar, deixando sob responsabilidade do gestor de segurança da obra. O entrevistado aponta, ainda, que essa atualização irá exigir dos profissionais de segurança e do engenheiro civil uma análise mais ampla dos riscos ocupacionais, visto que a ocorrência de acidentes de trabalho poderá resultar em responsabilidades cíveis e criminais.

Por fim, buscou-se a informação da existência ou não de um *software* que pudesse auxiliar em seu trabalho de fiscalização. O auditor fiscal relata que não se faz uso de nenhum *software* para esse fim, sendo utilizado por ele apenas planilhas, registros fotográficos, inspeções nos ambientes e a solicitação de projetos às empresas.

Portanto, após as considerações realizadas pelo entrevistado, observa-se a ratificação do modelo proposto, visto que a fiscalização atual da NR-18 utiliza meios que envolvem pouca tecnologia e eficiência.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais, recapitulados os objetivos geral e específicos mapeados no primeiro capítulo, bem como as recomendações para trabalhos posteriores com base no tema exposto.

### 5.1 CONCLUSÕES

A construção civil é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira, sendo responsável pela geração de empregos e renda para uma parcela significativa de trabalhadores no país. Dessa forma, buscou-se, por meio de pesquisas e dados, conhecer a realidade do setor, com ênfase na segurança do ambiente de trabalho.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, foram observados já no início temas relacionados à gestão e tecnologia. Sendo assim, foi possível perceber que filosofias de gestão, como o sistema *Lean*, culminando no *Lean Construction*, são importantes para a otimização de tempo e custos, embora ainda sejam aceitas e implantadas de forma lenta nas empresas. Aliado a isso, também foi possível constatar a importância da Indústria 4.0 e, conseqüentemente, a Construção 4.0 e suas tecnologias, que através da união do meio físico e digital, podem resultar em um melhor desempenho e produtividade no local de trabalho. Além disso, foram observados aspectos relacionados à engenharia de segurança, expondo considerações sobre os benefícios da atualização da norma, sua maior objetividade e clareza.

Diante do exposto, considerando-se os conceitos de Construção 4.0 e do sistema *Lean Construction*, bem como a observação dos fatos relacionados à segurança no ambiente de trabalho, elaborou-se a seguinte pergunta de pesquisa: Quais os elementos determinantes para acompanhamento e fiscalização da NR-18 no cenário da Indústria 4.0?

O desenvolvimento da pesquisa surgiu a partir da ideia de buscar informações acerca de tecnologias que poderiam ser utilizadas em prol da melhora na fiscalização da NR-18.

Para a abordagem metodológica, efetuaram-se pesquisas em artigos científicos, livros e em estudos desenvolvidos por autores renomados acerca da Construção 4.0 e da Norma Regulamentadora NR-18, visando a obter informações para oferecer uma proposta de desenvolvimento de um aplicativo, com o intuito de promover melhorias no controle e na fiscalização da NR-18.

No quarto capítulo, foram expostas as considerações julgadas pertinentes a respeito da NR-18, sendo abordadas questões como: histórico, atualizações nos documentos, além da

relação dos principais itens retratados no texto da norma em vigor. Aliado a isso, tem-se o estudo de um modelo de COBIT, o qual oferece uma visão mais detalhada dos aspectos escolhidos para nortear a proposta em questão. Além disso, tem-se o estudo prático através de uma entrevista realizada com um profissional da área da fiscalização, com o intuito de validar as informações expostas a partir das pesquisas bibliográficas e documentais.

### 5.1.1 Quanto aos Objetivos

Em relação aos objetivos expostos na introdução, é possível ratificar o cumprimento de todos.

Recapitulando o objetivo geral – identificar os elementos para a proposta de um aplicativo para acompanhamento e fiscalização da NR-18 no cenário da Indústria 4.0 – nota-se que foi atingido. Por meio do desenvolvimento do trabalho, pôde-se eleger aspectos julgados importantes, para que a partir do uso da tecnologia fosse possível apresentar uma proposta para desenvolver um aplicativo no futuro, voltado para a fiscalização da NR-18.

Com relação aos objetivos específicos, abordados a seguir, tem-se:

- a) Abordar o tema segurança no trabalho na construção civil 4.0.

O objetivo em questão foi atingido. No segundo capítulo, da fundamentação teórica, são abordadas as correlações entre gestão, inovação tecnológica e segurança, sendo explanado quanto o uso da tecnologia na construção civil pode ser favorável para evitar a ocorrência de acidentes ocupacionais.

- b) Analisar os principais itens da NR-18 e suas recentes atualizações.

O objetivo foi atingido. No quarto capítulo, de desenvolvimento, foram identificados os principais itens da NR-18, sendo que, através de quadros expostos, foi possível discorrer a respeito dos tópicos julgados mais importantes, resultando na comparação entre a versão anterior e a versão mais recente da norma.

- c) Identificar as melhores práticas e/ou aplicações tecnológicas relacionadas à segurança.

De acordo com o exposto no Capítulo 4, foi possível identificar que a construção civil é um dos setores mais fiscalizados pelo Ministério do Trabalho. Com o intuito de conhecer um pouco mais sobre a prática da fiscalização e, ainda, identificar se é utilizado algum dispositivo tecnológico para executar essa função, buscou-se o relato de um profissional responsável pela fiscalização da NR-18 que relatou a falta de *software* para essa finalidade, bem como algumas dificuldades enfrentadas no desempenho de sua função, conforme citado anteriormente.

- d) Propor um modelo para o desenvolvimento de um aplicativo para o acompanhamento e controle da NR-18.

O modelo proposto foi abordado no item 4.4.2 e baseado no cubo de COBIT, através das especificações de aspectos considerados importantes para o desenvolvimento futuro de um aplicativo. Na primeira face, foram abordados os principais itens relacionados à versão recente da NR-18, resultando no conjunto de aspectos técnicos. Em seguida, foram escolhidos os principais programas ativos no Brasil, relacionados ao controle e à gestão da norma. Na terceira face, foram apresentados os aspectos regulatórios, os quais envolvem órgão público, departamento e legislação, além dos chamados *stakeholders*, caracterizando quais seriam as partes interessadas no acompanhamento e no controle da NR-18. Por fim, foi sugerida a aplicação de um grau de segurança, visando a ofertar um sistema mais abrangente e eficaz para a fiscalização da norma no contexto nacional.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

Como sugestão para trabalhos posteriores, pode-se citar a aplicação do modelo proposto em empresas da região de Florianópolis, as quais atuam no setor da construção civil, a fim de testar a funcionalidade da ferramenta. Outra recomendação seria o desenvolvimento de um aplicativo ou *dashboard* a partir do modelo proposto neste trabalho, o qual poderia ser implementado nas empresas ou por meio do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Tal aplicativo poderia estabelecer novos critérios de fiscalização, com o intuito de oferecer um maior e melhor controle das obras no cenário brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. São Paulo: ABNT, 2002
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. São Paulo: ABNT, 2011.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Referências – Apresentação. São Paulo: ABNT, 2018.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento – Apresentação. São Paulo: ABNT, 2012.
- ABRAINCO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS. **ABRAINCO explica**: a importância da Construção Civil para impulsionar a economia brasileira. [2021]. Disponível em: <https://www.abrainco.org.br/abrainco-explica/2021/06/28/abrainco-explica-a-importancia-da-construcao-civil-para-impulsionar-a-economia-brasileira/#:~:text=Indicadores%20atuais%20mostram%20que%3A,nacional%20s%C3%A3o%20movimentadas%20pelo%20setor>. Acesso em: 13 fev. 2022.
- AEAT – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE TRABALHO. [2017]. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho/arquivos/aeat-2017.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- AGARWAL, R.; CHANDRASEKARAN, S.; SRIDHAR, M. **Imagining construction's digital future**. Singapura: McKinsey & Company, 2016.
- ARBEX, L. F. S. **Visualização dos dados estatísticos da UERJ proposta de dashboards baseados no trabalho de Jacques Bertin**. 2013. Disponível em: [https://www.btdt.uerj.br:8443/bitstream/1/9108/1/dissertacao\\_luiz%20arbex-Adobe11.pdf](https://www.btdt.uerj.br:8443/bitstream/1/9108/1/dissertacao_luiz%20arbex-Adobe11.pdf). Acesso em: 6 fev. 2022
- ARENDETT, Hannah. **A Condição Humana**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.
- BAHETI, R.; GILL, H. Cyber-physical systems. **The Impact of Control Technology**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 161-166, 2011.
- BENITE, A. G. **Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- BELTRAMI, M.; STUMM, S. **EPI e EPC**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná rede E-Tec Brasil, 2013.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. 2000. 75f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BRASIL. Economia e Gestão Pública. **Governo atualiza norma para aumentar segurança no ambiente de trabalho**. [2020a]. Disponível em: <https://www.gov.br/pt->

br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2020/02/governo-atualiza-norma-para-aumentar-seguranca-no-ambiente-de-trabalho. Acesso em: 28 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. **Construção civil deve economizar R\$ 470 milhões por ano com a modernização da NR18**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/02/construcao-civil-deve-economizar-r-470-milhoes-por-ano-com-a-modernizacao-da-nr18>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **O que é o Conceito Preliminar de Curso?** [2018]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=13074:o-que-e-o-conceito-preliminar-de-curso#:~:text=Da%20mesma%20forma%2C%20cursos%20com,vistos%20como%20refer%20%C3%A2ncia%20pelos%20demais.&text=O%20referido%20conceito%20%C3%A9%20composto,did%C3%A1tico%2Dpedag%C3%B3gicos%20e%20corpo%20docente>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**. [2017]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras – NR**. [2021b]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 27 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 – Norma Regulamentadora n. 18 (NR-18)**. [2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 7 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-18-atualizada-2020.pdf**. [2020b]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18-atualizada-2020.pdf/view>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**. [2021c]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-4-nr-4>. Acesso em: 6 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Construção lidera percentual de inspeções realizadas no país em 2016**. [2021d]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/noticias-e-conteudo/repositorio-de-noticias-trabalho/trabalho/ultimas-noticias/construcao-lidera-percentual-de-inspecoes-realizadas-no-pais-em-2016>. Acesso em: 6 fev. 2022

BRASIL. **Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978**. Brasília, DF: Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, 1978.

BRISTOT, V. M. **Introdução à engenharia de segurança do trabalho**. Criciúma, SC: UNESC, 2019. 259p.

CARNEIRO, J. Q.; CARNEIRO, A. Q.; CÂNDIDO, L. F. Indústria 4.0 e Construção Enxuta: o caso do Sistema AGILEAN. *In*: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, UNICAMP, 2019. **Anais [...]**,

2019. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/335336224\\_INDUSTRIA\\_40\\_E\\_CONSTRUCAO\\_ENXUTA\\_O\\_CASO\\_DO\\_SISTEMA\\_AGILEAN\\_Industry\\_40\\_and\\_Lean\\_Construction\\_the\\_case\\_of\\_AGILEAN\\_system](https://www.researchgate.net/publication/335336224_INDUSTRIA_40_E_CONSTRUCAO_ENXUTA_O_CASO_DO_SISTEMA_AGILEAN_Industry_40_and_Lean_Construction_the_case_of_AGILEAN_system). Acesso em: 27 out. 2021.

CAVALCANTI, V. Y. S. L. *et al.* Indústria 4.0: desafios e perspectivas na construção civil. **Revista Campo do Saber**, Paraíba, Instituto de Educação Superior da Paraíba: IESP, v. 4, n. 4, p. 146-158, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/149>. Acesso em: 30 ago. 2021.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Câmara Brasileira da Construção Civil. **Catálogo de Inovação na Construção Civil**. Brasília: CBIC, 2016.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fiscalização de SST do Ministério do Trabalho na Indústria da Construção**. [2018]. Disponível em: <https://cbic.org.br/relacoestrabalhistas/fiscalizacao-de-sst-do-ministerio-do-trabalho-na-industria-da-construcao/>. Acesso em: 6 fev. 2022.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Nova NR-18 Indústria da Construção**. 2020. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/01/Nova\\_Norma\\_Regulamentadora\\_NR\\_18.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/01/Nova_Norma_Regulamentadora_NR_18.pdf). Acesso em: 11 dez. 2021.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Resultados do PIB Brasil e da construção no 1º trimestre surpreendem. [2021]. Disponível em: <https://cbic.org.br/resultados-do-pib-brasil-e-da-construcao-no-1o-trimestre-surpreendem/>. Acesso em: 4 set. 2021.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Segurança e Saúde na Indústria da Construção: Prevenção e Inovação**. [2019]. Disponível em: [https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2019/04/SEGURANCA\\_E\\_SAUDE\\_NA\\_INDUSTRIA\\_DA\\_CONSTRUCAO\\_Prevencao\\_e\\_Inovacao.pdf](https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2019/04/SEGURANCA_E_SAUDE_NA_INDUSTRIA_DA_CONSTRUCAO_Prevencao_e_Inovacao.pdf). Acesso em: 26 ago. 2021.

CEPIK, M. Segurança Nacional e Segurança Humana: Problemas Conceituais e Consequências Políticas. **Security and Defense Studies Review**, [s.l.], v. 1, Spring, 2001.

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006. 76p.

CLT – CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO. **CLT e normas correlatas**. Brasília, DF: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 189p. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/535468/clt\\_e\\_normas\\_correlatas\\_1ed.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/535468/clt_e_normas_correlatas_1ed.pdf). Acesso em: 6 set. 2021.

COELHO, C. C. B. P. Compliance na Administração Pública: uma necessidade para o Brasil. **RDFG – Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, [s.l.], v. 3, n. 1, julho-dezembro, 2016.

CONSTRUCTION, Mc Graw Hill. Lean Construction: leveraging collaboration and advanced practices to increase project efficiency. **Smartmarket**, [s.l.], p. 1-60, jan. 2019.

DALLASEGA, P.; RAUCH, E.; LINDER, C. Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. **Computers in Industry**, [s.l.], v. 99, p. 205-225, 2018.

- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DOURADO, L. **COBIT 5 – Framework de Governança e Gestão Corporativa de TI**. 2014. Disponível em: [www.wordpress.com](http://www.wordpress.com). Acesso em: 6 set. 2021.
- FEW, S. **Information Dashboard Design: the Effective Visual Communication of Data**. 1. ed. Sebastopol: Wheeler: O'Reilly Media, Inc., 2006.
- FORCAEL, E. *et al.* Construction 4.0: A Literature Review. **Sustentabilidade**, [s.l.], v. 12, p. 9755, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9755#>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- FORMOSO, T. C. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- FRANCKLIN JUNIOR, I. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. **Ciência ET Praxis**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 11-16, 2008. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2078>. Acesso em: 22 set. 2021.
- FREITAS, L. C. **Manual de Segurança e Saúde do Trabalho**. 3. ed. Lisboa, novembro de 2016.
- GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. *In*: ALMEIDA, Adiel T. de; SOUZA, Fernando M. C. (org.). **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2000. (2º Cap., p. 1-19).
- GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Revista Produção**, [s.l.], ABEPRO, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv35636.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.
- INSTITUTE LEAN CONSTRUCTION. **Lean Construction**. 2020. Disponível em: <https://www.leanconstruction.org>. Acesso em: 14 jul. 2021.
- ITGI – GOVERNANCE INSTITUTE. **Manual COBIT 4.1**. Illinois: ITGI, 2007. 212p.
- JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0®**. 2006. 175f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2006.
- KAGERMANN, H. *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie**. [S.l.: s.n.], 2013.
- KOSKELA, Lauri J.; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris. The foundations of lean construction. **Researchgate: Design and Construction**, Building in Value, v. 1, n. 1, p. 2-17, 1º jan., 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28578914>. Acesso em: 14 jul. 2021.
- KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. **CIFE – Center for Integrated Facility Engineering**, Stanford university, California, p. 4-81, ago., 1992.
- LAU, S. E. N. *et al.* Review: Identification of roadmap of fourth construction industrial revolution. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s.l.], v. 615, p. 012029, 2019. DOI: 10.1088/1757-899X/615/1/012029.

LI, J.; YANG, H. A research on development of construction industrialization based on BIM technology under the background of Industry 4.0. *In: MATEC WEB OF CONFERENCES. EDP SCIENCES*, 2017. p. 02046. **Anais [...]**. [S.l.], 2017.

LOBO, E.; LOBO, M. E. A adoção do Control Objectives for Information and related Technology – COBIT como ferramenta de governança e de compliance nas organizações públicas: uma proposta para os Institutos Federais de Educação Básica, Técnica e Tecnológica. 2021. (Mimeo).

LOUREIRO, Antônio José Cacheado. **Trabalho, Labor e Ação**: a Vita Activa no Brasil do século XXI sob a óptica de Hannah Arendt. [2021]. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/sociologia/trabalho-labor-e-acao-a-vita-activa-no-brasil-do-seculo-xxi-sob-a-optica-de-hannah-arendt/>. Acesso em: 24 ago. 2021.

LYRA, M. G.; GOMES, R. C.; JACOVINE, L. A. G. O Papel dos Stakeholders na Sustentabilidade da Empresa: Contribuições para Construção de um Modelo de Análise. **RAC**, Curitiba, v. 13, Edição Especial, art. 3, p. 39-52, junho 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/Jr3r7FjzTFj9H7dH7Y53mNR/?lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2022.

MIYASAKA, E. L., FABRICIO, M. M., PAOLETTI, I. Industry 4.0 and the Civil Construction in Brazil. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, XXII*, São Carlos, 2018. **Anais [...]**. [S.l.]: Editora Edgard Blücher, 2018, p. 6.

MUÑOZ-LA RIVERA, F.; MORA-SERRANO, J.; VALERO, I. Methodological-Technological Framework for Construction 4.0. **Arch Computat Methods Eng.**, [s.l.], v. 28, p. 689-711, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11831-020-09455-9>. Acesso em: 12 nov. 2021.

NOWOTARSKI, P.; PASLAWSKI, J. Industry 4.0 concept introduction into construction SMEs. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s.l.], v. 245, n. 5, p. 052043, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/345689429\\_Industry\\_40\\_Concept\\_Introduction\\_into\\_Construction\\_SMEs](https://www.researchgate.net/publication/345689429_Industry_40_Concept_Introduction_into_Construction_SMEs). Acesso em: 30 ago. 2021.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. 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. **Computers in Industry**, [s.l.], v. 83, p. 121-139, 2016.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho**: um instrumento para uma melhoria contínua. Abril de 2011. Disponível em: [https://www.cipa.unicamp.br/pdf/wcms\\_154878%202392f.pdf](https://www.cipa.unicamp.br/pdf/wcms_154878%202392f.pdf). Acesso em: 6 set. 2021.

OLIVEIRA, Sonia V. W. Borges de; GIRALDI, J. E. **Tipos de Pesquisas**. 29 slides [2020]. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod\\_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf). Acesso em: 23 set. 2021.

PEINADO, H. S. (org.) **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Editora Scienza, 2019.

PEIXOTO, N. H. **Curso técnico em automação industrial**: segurança do trabalho. 3. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. 128p.

PICCHI, F. A. Lean principles and the construction main flows. *In*: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighton, UK. Brighton: IGLC, 2000. **Anais** [...]. Brighton: IGLC, 2000.

PICCHI, F. A. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no setor da construção. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (SIBRAGEC), 2, 2001, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ANTAC, 2001a.

PICCHI, F. A. System view of lean construction application opportunities. *In*: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapore. **Proceedings** [...]. Singapore: IGLC, 2001b. Disponível em: <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-77481f9f-ca4b-477b-b936-59e56e99dea4.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

PICCHI, F. A. Oportunidades de Aplicação do Lean Thinking na construção, **Revista da ANTAC – Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan.-mar., 2003.

QUINTANA, Mario. **Espelho mágico**. Porto Alegre: Ed. Globo. 2005.

REIS, T. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor**: estudos de caso. 2004. 125f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Campinas, São Paulo, 2004.

SANTANA, V. S.; OLIVEIRA, R. P. Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 797-811, maio- jun., 2004.

SANTOS, B. P. *et al.* Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SAWHNEY, A.; RILEY, M.; IRIZARRY, J. (ed.). **Construction 4.0**: An innovation platform for the built environment. Routledge: Taylor & Francis Group, 2020.

SCHERMANN, M. *et al.* Big data. **Business & Information Systems Engineering**, [s.l.], v. 6, n. 5, p. 261-266, 2014.

SIENGE. **Como a indústria da construção lida com a produtividade**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/industria-da-construcao/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SIENGE. **O que é a NR 4 – SESMT**. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-nr-4-sesmt/>. Acesso em: 6 set. 2021.

SIENGE. **NR-18 atualizada**: o que muda? 2021. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/nr-18-atualizada-o-que-muda/>. Acesso em: 7 set. 2021.

SILVA, A. D.; SIMÃO, A. S.; MENEZES, C. A. G. **Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil brasileira**. Rezende, RJ: Associação Educacional Dom Bosco, 2018. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/18726200.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.

STEUPERAERT, D. COBIT 2019: a Significant Update. **EDPACS**, [s.l.], v. 59, n. 1, p. 14-18, 2019. Disponível em: 10.1080/07366981.2019.1578474. Acesso em: 7 fev. 2022.

TEIXEIRA, S. **Gestão das Organizações**. Lisboa: McGraw-Hill, 1998.

TURBAN, E. *et al.* **Business intelligence**: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio. [S.l.]: Bookman Editora, 2009.

VILHA, A. M. **Gestão da Inovação nas Empresas**. São Paulo: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Prefeitura de Diadema; SINDIPLAST; SINDIBOR, 2010.

WANG, L. *et al.* Cloud computing: a perspective study. **New Generation Computing**, [s.l.], v. 28, n. 2, p. 137-146, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Lean Thinking** elimine os desperdícios e crie riquezas. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo de Massachusetts Institute of Technology, de cinco milhões de dólares e cinco anos de duração, sobre o futuro automóvel. 2. ed. Tradução de Ivo Korytowski. Cambridge; Massachusetts: Campus, 1992. 53p.

XIA, F. *et al.* Internet of Things. **International Journal of Communication Systems**, [s.l.], v. 25, n. 9, p. 1.101, 2012.

## ANEXO A – Entrevista com Auditor Fiscal do Trabalho

- 1) Qual seu nome completo?
- 2) Qual sua formação e onde estudou?
- 3) Há quanto tempo atua na fiscalização da NR-18?
- 4) Quais as principais características do seu trabalho?
- 5) Quais as principais dificuldades?
- 6) É utilizado atualmente algum *software* para auxiliar na fiscalização da NR-18?
- 7) Quais são as suas impressões sobre a atualização da NR-18? Mudou muito para você?

1) Nome Completo?

Eduardo João da Costa

2) Formação profissional?

Bacharel em Direito, porém, realizei cursos e treinamentos para atuar na fiscalização das Normas Regulamentadoras.

3) Há quanto tempo atua na fiscalização da NR-18?

Desde 2015.

4) Quais são as principais características da sua função?

São efetuadas duas formas de fiscalização: a indireta, que dispensa a inspeção do ambiente de trabalho e a direta ou dirigida, que exige o reconhecimento do ambiente de trabalho. Na fiscalização direta, após o conhecimento do endereço, é feito o deslocamento até a obra a ser avaliada. Em seguida, é realizada a inspeção do ambiente ocupacional, suas proteções coletivas e individuais contra quedas, utilização de EPIs, análise das máquinas e equipamentos utilizados, análise das suas instalações elétricas, análise das áreas comuns (instalações sanitárias, vestiários, local para refeições, equipamentos de fornecimento de água, alojamentos, etc.) além da entrevista com alguns trabalhadores, com o intuito de averiguar se as exigências das normas estão sendo atendidas. Após o trabalho de campo, são solicitados os projetos de segurança da obra (proteções coletivas contra quedas, sistemas e pontos de ancoragem, projeto das instalações elétricas temporárias do canteiro de obras, PCMAT ou PGR da obra) para fins de certificação quanto à conformidade do executado com o projetado. Se houver situações de grave e iminente risco, procedemos de imediato com o embargo da obra ou a interdição de máquinas,

equipamentos, serviços ou setores. A empresa também é notificada a apresentar documentos (projetos de segurança e documentos de gestão de segurança, como certificados de treinamento e capacitações, atestados de saúde ocupacional, projetos dos sistemas de segurança das máquinas, projetos dos andaimes utilizados, análises de risco para o trabalho em altura, etc.). As irregularidades aos textos das NRs, em especial 18 (Construção Civil), 35 (Trabalho em altura), 12 (Máquinas e Equipamentos), 24 (Áreas de vivência), 1 (PGR, Certificados dos treinamentos e gestão em saúde e segurança), 7 (saúde ocupacional dos trabalhadores), 10 (instalações elétricas), são objeto da lavratura dos respectivos Autos de Infração, na forma da legislação vigente.

5) Quais são as principais dificuldades enfrentadas?

Referente às Normas Regulamentadoras, observa-se a falta de conscientização por parte dos engenheiros responsáveis, já que a grande maioria se encontra alheia à segurança ocupacional. Quanto ao desempenho da função de auditor fiscal do trabalho, as dificuldades estão relacionadas à falta de funcionários, de viaturas e de motorista.

6) É utilizado algum *software* para auxiliar na fiscalização e controle da NR-18?

Não. Particularmente, eu realizo inspeções de ambientes, registros fotográficos, anotações em planilha e solicitações de projetos. A documentação relacionada ao termo de embargo, ao termo de interdição e ao auto de infração é feita através de sistemas.

7) Quais são as suas impressões sobre a atualização da NR-18?

Na versão recente da NR-18, observa-se uma preocupação com a harmonização das normas (utilização de conceitos comuns a todas elas), bem como se trata de uma norma de gestão, sem grandes detalhamentos de como realizar, o que fica a cargo da gestão de segurança da obra, por meio de seu Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). Isso exigirá dos profissionais de segurança e do próprio executor da obra (engenheiro civil) uma visão um pouco mais abrangente dos riscos ocupacionais do ambiente de trabalho, uma vez que eventuais acidentes de trabalho poderão lhes acarretar em responsabilidades de ordem civil e até criminal.