

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Dissertação de Mestrado

MARCOS ANTONIO RUIZ FILHO

**PROPOSTA DE *ROADMAP* PARA DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS SEGUROS A PARTIR DE MODELAGEM BIM E NR-18.**

Maringá

2021

MARCOS ANTONIO RUIZ FILHO

**PROPOSTA DE *ROADMAP* PARA DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS SEGUROS A PARTIR DE MODELAGEM BIM E NR-18.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Produção

Orientadora: Prof. Dr.^a. Gislaine Camila Lapasini
Leal

Maringá

2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

R934p

Ruiz Filho, Marcos Antonio

Proposta de *Roadmap* para desenvolvimento de projetos seguros a partir de modelagem BIM e NR-18 / Marcos Antonio Ruiz Filho. -- Maringá, PR, 2021.
110 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientadora: Profa. Dra. Gislaine Camila Lapasini Leal.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2021.

1. Segurança e saúde. 2. *Roadmap*. 3. NR-18. 4. BIM. 5. Projeto seguro. I. Leal, Gislaine Camila Lapasini, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDD 23.ed. 658.5

Jane Lessa Monção - CRB 9/1173

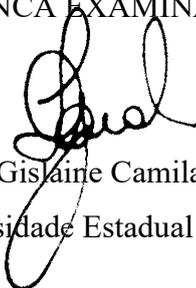
FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCOS ANTONIO RUIZ FILHO

**PROPOSTA DE *ROADMAP* PARA DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS SEGUROS A PARTIR DE MODELAGEM BIM E NR-18.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção pela Banca Examinadora composta pelos membros:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.ª. Gislaine Camila Lapasini Leal
Universidade Estadual de Maringá



Prof. Dr. Marco Antonio Ferreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 24 de agosto de 2021.

Local da defesa: Sala Virtual, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação às seguintes pessoas:

Em primeiro lugar aos meus filhos Luísa e Lucas (que chegou no meio do mestrado), pela paciência e entendimento que em vários momentos que tivemos que sacrificar quanto família, para que fosse possível a conclusão deste.

Em segundo lugar, mas não menos especial a minha esposa Aline, que além de também ter a capacidade de gerenciar os filhos na minha ausência (mesmo em home office – pandemia), também colaborou formidavelmente com orientações acadêmicas colaborando enormemente no desenvolvimento do trabalho.

Ao meu amigo de mestrado, Leandro, que de tantos trabalhos e desabafos certamente teremos uma amizade ao longo da vida.

A equipe do escritório Infinity Engenharia, que também soube trabalhar de modo exemplar em minhas ausências em período de créditos e posteriormente desenvolvimento da dissertação.

E por último, a minha orientadora, professora Gislaine Camila, que também em período de pandemia conseguiu no que foi possível orientar tecnicamente o desenvolvimento deste trabalho.

PROPOSTA DE *ROADMAP* PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS SEGUROS A PARTIR DE MODELAGEM BIM E NR-18

RESUMO

Em todo o mundo a segurança das pessoas são sistematicamente estudadas, tentando com isso discutir formas de minimizar os indicadores relacionados a lesões e letalidade. Um dos setores que mais se destaca negativamente nestes indicadores é a construção civil, onde, apesar de haver avanços nos resultados dos últimos anos, o impacto econômico causado tanto com acidentes quanto com sinistro é bastante relevante. Dentre os avanços, há estudos associados a utilização de Modelagem BIM como ferramenta de auxílio ao SST. Desta forma, a pesquisa procura desenvolver um fluxograma de trabalho para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD). Para isso, foi trabalhado um mapeamento de itens que relacionam a NR-18 à Modelagem BIM, adotando como critério todos aqueles que poderiam ser dimensionados e parametrizáveis. Além disso, para que o fluxograma tivesse um impacto prático, optou-se por pesquisar junto a profissionais da área de SST e de Modelagem BIM como a interação das atribuições e atividades poderiam ser exercidas. Desde modo, é proposto e analisado um *roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD), bem como uma breve discussão e sugestão de aplicação sobre um empreendimento, além da consulta a especialistas para críticas, sugestões e limitações da proposta. Por fim, a proposta desenvolvida do *roadmap* possibilitou aos projetistas e profissionais de SST uma ferramenta de organização para tomada de decisão de soluções que possam minimizar os riscos já na fase de projetos, interferindo assim desde o início quanto aos sistemas construtivos, tamanho da edificação, disposições internas para os usuários, entre outros.

Palavras-chave: Segurança e Saúde; NR-18; BIM; Projeto Seguro; *Roadmap*

ROADMAP PROPOSAL FOR DEVELOPING PREVENTION THROUGH DESIGN FROM BUILDING INFORMATION MODELING AND NR-18.

ABSTRACT

All over the world, people's safety is systematically studied, trying to discuss ways to minimize the indicators related to injuries and lethality. One of the sectors that most negatively stands out in these indicators is civil construction, although there have been advances in the results of recent years, the economic impact caused by accidents is quite relevant. Among the advances, there are studies associated with the use of BIM Modeling as a tool to aid for OSH. Thus, the research seeks to perform a work flowchart for the development of Safe Projects (PtD). In order to achieve this goal, a mapping of items that relate NR-18 to BIM Modeling was constructed, adopting as criteria all those items that could be dimensioned and parameterized. In addition, in order for the flowchart to have a practical impact, a research was applied to professionals from the OSH and BIM Modeling áreas to observe how the interaction of attributions and activities could be performed. Thus, a workflow for the development of Safe Projects (PtD) is proposed and analyzed, as well as a brief discussion and suggestion of application on a project, in addition to consulting specialists for criticism, suggestions and limitations of the proposal. Finally, the developed proposal of the roadmap provided the designers and OSH professionals with an organizational tool for decision-making on solutions that can minimize risks already in the design phase, thus interfering from the beginning with respect to construction systems, building size, internal provisions for users, among others.

Keywords: Safety and Health; BIM; NR-18; Prevention through Design; Roadmap

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Influência na Segurança x Etapas dos Projetos.....	17
Figura 2 – Modelo BIM com objetos associados ao SST no canteiro (1).....	31
Figura 3 – Modelo BIM com objetos associados ao SST no canteiro (2).....	32
Figura 4 – Framework de informações para Projeto Seguro (PtD).....	33
Figura 5 – Framework das atividades da Metodologia	38
Figura 6 – Relação de Efeito / Custo / Esforço x Etapa do Projeto.....	49
Figura 7 – Roadmap Proposto para Elaboração de Projetos Seguros (PtD).....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Questão 2 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	43
Gráfico 2 – Questão 3 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	43
Gráfico 3 – Questão 4 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	44
Gráfico 4 – Questão 5 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	45
Gráfico 5 – Questão 6 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	45
Gráfico 6 – Questão 7 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	46
Gráfico 7 – Questão 8 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	47
Gráfico 8 – Questão 9 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	48
Gráfico 9 – Questão 10 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	49
Gráfico 10 – Questão 11 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	50
Gráfico 11 – Questão 12 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos	51
Gráfico 12 – Pesquisa com especialistas	58
Gráfico 13 – Projeto Seguro (StD)	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Itens da NR-18 analisados que podem estar no Modelo BIM.....	41
Tabela 2 – Distribuição dos itens inclusos no Modelo BIM	41
Tabela 3 – Distribuição dos itens que não são contemplados no Modelo BIM	42

LISTA DE ABREVIATURAS

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CAT – Comunicação de Acidente de Trabalho

CID – Classificação Internacional de Doenças

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

CTPP – Comissão tripartite Paritária Permanente

EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

IAI – *International Alliance for Interoperability*

IFC – *Industry Foundation Classes*

IT – Instruções de Trabalho

LOD – *Level of Development*

ME – Ministério de Economia

MTE – Ministério do Trabalho

NR – Norma Regulamentadora

OIT – Organização Internacional do Trabalho

PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos

PIB – Produto Interno Bruto

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PtD – *Prevention Thought Design*

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

SEPTR – Secretaria Especial de Previdência e Trabalho

SPIQ – Sistemas de Proteção Individual Contra Quedas

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

STRAB – Secretaria do Trabalho

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	11
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	15
REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 PREVENÇÃO DE ACIDENTES POR MEIO DE PROJETOS (PtD).....	16
2.2 SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO (SST).....	18
2.2.1 NR-01.....	20
2.2.2 NR-18.....	22
2.3 <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> (BIM).....	24
2.3.1 BIM 8D – Dimensão Segurança.....	29
2.3.2 Modelagem BIM 8D para PtD.....	32
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
METODOLOGIA.....	35
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
RESULTADOS.....	40
4.1 MAPEAMENTO DOS ITENS DA NR-18 ATRIBUÍDOS AO MODELO BIM..	40
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA COM PROFISSIONAIS.....	42
4.3 PROPOSTA DO <i>ROADMAP</i>	51
4.4 PAINEL COM ESPECIALISTAS.....	57
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
5.1 CONTRIBUIÇÕES.....	60
5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES.....	64
5.3 TRABALHOS FUTUROS.....	64
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A – Mapeamento itens atribuídos ao Modelo BIM.....	69
APÊNDICE B – Pesquisa com profissionais.....	103
APÊNDICE C – Pesquisa para painel de especialistas.....	107

INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a introdução acerca dos aspectos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa, sendo eles: a Contextualização e relevância do tema, os Objetivos da pesquisa e a Organização do texto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA

As edificações, ao serem planejadas, apresentam variados propósitos, sendo desde uma simples ocupação residencial até sistemas complexos, como é o caso de aeroportos, indústrias, locais de grandes eventos. Indiferente do propósito da edificação, todos envolvem pessoas, tanto na etapa de construção como em sua utilização.

Todas as vezes que relacionamos pessoas a determinada ação, é fundamental que se garanta a integridade e segurança de todos (BRASIL, 2019). Deste modo, no âmbito da execução do empreendimento imobiliário, há diversas diretrizes, leis e normas que determinam quais são as boas práticas e que, com isso, minimizam o risco daqueles que estão alocados (BRASIL, 2019). Entre elas, estão as Normas Regulamentadoras (NR's) que, na fase de construção, entre outras funções, estabelecem os treinamentos, os equipamentos de proteção coletiva e individual e os planos de contingenciamento; normas de ergonomia, leis associadas, como é o caso da previdência social, entre outras (BRASIL, 2018).

Dentre as NR's, a NR-18 é aquela que guia especificamente o setor da construção civil. Em especial, no ano de 2020, esta sofreu modificações significativas tanto nos conceitos quanto na prática. Pode-se destacar a implantação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que de modo geral, trata-se de uma ferramenta de gerenciamento de riscos ocupacionais (item 1.5.3.1.1 da NR-01), onde são especificados diversos documentos e ações de acordo com o enquadramento do setor e riscos na qual a organização esteja atuando. Ao implementar o PGR

na construção civil, há uma mudança fundamental de paradigma uma vez que a NR-18 anteriormente tratava-se de uma norma de aplicação passando a uma norma de gestão de segurança e saúde, ganhando, neste sentido, em complexidade e amplitude.

As questões de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), de modo geral, são relevantes, a ponto que órgãos responsáveis incentivam a melhoria no setor, por meio de outras diretrizes, fatores de riscos a exposição dos trabalhadores em detrimento de determinadas atividades. Para isso, utilizam de indicadores que relacionam a atividade econômica (setor), a duas variáveis: a incidência de mortalidade e a letalidade. A incidência de mortalidade explica qual a frequência que este tipo de evento é detectado em determinado setor, gerando então a informação de taxa de risco. Já a letalidade explica a gravidade destes eventos.

No Decreto Federal nº 6.957/2009 foram relacionados 1.301 segmentos para as devidas classificações (baixo, médio e alto risco). Esta classificação interfere diretamente na alíquota da previdência social, variando de 1% a 3%, e neste sentido, busca incentivar os setores a tomarem medidas que possam melhorar a segurança de cada trabalhador.

No setor da Construção Civil, a maioria dos segmentos encontram-se dentro da categoria de alto risco, sendo que “apenas instalação de painéis publicitários; instalação de equipamentos para orientação à navegação marítima fluvial, lacustre e instalação, manutenção e reparação de elevadores, escadas e esteiras rolantes, exceto de fabricação própria, são considerados de risco médio” (CBIC, 2019, p.19).

Para entender melhor a gravidade da afirmação, em 2018 foram registrados no Brasil, segundo o Smartlab e dados fornecidos pelo MTE (Ministério do Trabalho), 623.786 acidentes de trabalho, sendo que 7.660 (1,23% do total) é do setor da Construção, e que dentre estes aproximadamente 80% foram classificados como típicos, 18% de baixa gravidade sem emissão de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e pouco menos de 2% foram classificadas como doença ocupacional. Além disso, um levantamento realizado entre os anos de 2012 e 2017, por meio da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), proporciona um panorama da evolução histórica dos números de acidente de trabalho e principais indicadores relacionados no setor a Construção e segmentos.

Neste mesmo estudo, destaca-se a redução de quase 13% dos acidentes com emissão de CAT, sendo o setor superior a junção de todas as atividades econômicas. Além disso, é possível perceber diminuição mesmo nas categorias sem emissão de CAT, de trajeto ou ocupacional, representando uma economia de pouco mais de R\$ 31 milhões para o sistema de saúde nacional. Contudo, apesar do estudo demonstrar números representativos, os registros não apresentam dados mais específicos que poderiam vincular a Classificação Internacional de

Doenças (CID) ao local do evento, que entre outras análises possibilitaria entender quais sistemas construtivos apresentam maiores riscos aos trabalhadores, possibilitando estudos associados e medidas de segurança mais eficientes.

Segundo Martinez-Aires, Lopez-Alonso e Martinez-Rojas (2018), mesmo com alguns avanços, ainda se destaca negativamente as estatísticas da construção civil com relação ao SST, principalmente associadas as lesões, doenças e fatalidade. As autoras ainda colocam que há a necessidade do planejamento da segurança ao longo do ciclo de vida da edificação, desde a elaboração do projeto até a manutenção. Nesta linha, uma das opções que está avançando seus estudos é com relação a utilização de processo de *Building Information Modeling* (BIM).

Entendendo o potencial deste processo, o governo federal estimulou a implantação de estratégias de disseminação. O Brasil tem como marco zero o Decreto Federal nº 9.377 de 2018, e posteriormente, em decorrência de mudanças estruturais do poder executivo, passando para o Decreto Federal nº 9.983 de 2019. Este decreto tem a finalidade de criar um comitê gestor da estratégia de disseminação do processo BIM, denominado de Estratégia BIM BR, que aborda o assunto por cinco vertentes: finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas. Esse colegiado fica incumbido de implementar a Estratégia e gerenciar suas ações e desempenho, monitorando o seu progresso, verificando o cumprimento das metas e, caso necessário, promovendo iniciativas de correção ou aprimoramento.

Dentre os resultados esperados em âmbito nacional referente a Estratégia BIM BR, não se encontra nada relacionado as áreas de SST. O que vai em desacordo com Martinez-Aires, Lopez-Alonso e Martinez-Rojas (2018) que afirmam que a aplicação do BIM está experimentando um rápido crescimento nas operações das construções, planejamento e gerenciamento, inclusive aqueles associados a parte de segurança. Este fato leva a uma expectativa de como é abordado o tema e principalmente gera melhores resultados tanto na eficiência quanto na segurança dos usuários.

Neste sentido, Kamardeen (2010) destaca que há muito tempo se estuda e evidencia que os riscos podem ser diagnosticados já na fase de projetos, o que torna muito mais eficiente eliminá-los na fonte, ou seja, a *Prevention throught Desing* (PtD), traduzido popularmente como Projeto Seguro. Porém, como o próprio autor informa, as ferramentas que traçam esta ligação entre a segurança e projetos não são satisfatórias, e é onde a o processo de elaboração de projetos BIM pode colaborar.

Talvez isso se deva pela saúde e segurança do trabalho apresentarem normas regionais (brasileiras) assim tem-se dificuldade de generalizar os problemas de pesquisa para outros

países, porém o número de mortes no Brasil, por si só justifica a necessidade de aumentar os estudos sobre a temática saúde e segurança na construção civil no Brasil.

Para o entendimento dessa realidade, esse estudo traz uma síntese das principais normas relacionadas ao tema

Ainda segundo Kamardeen (2010), o conceito de “Projeto Seguro” depende dos projetistas para realizar uma avaliação de risco completa de cada componente do projeto da instalação. Isso requer integração e conhecimento do processo de construção do projeto.

Deste modo, esta pesquisa busca, entre outros pontos, entender como este fluxo de informações e conhecimento estão relacionados à saúde e segurança no trabalho nos projetos de engenharia e arquitetura, com base nos direcionamentos da NR-18, na elaboração de um projeto PtD.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo desta dissertação é propor um *roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD), na área de construção civil, relacionando o planejamento de segurança e saúde no trabalho (SST), por meio da NR-18 e projetos elaborados pelo processo BIM.

Para atender ao objetivo geral foram definidos alguns objetivos específicos, como segue:

- a) Levantar informações técnicas relacionadas a pesquisa por meio de consulta a estudos de autores da área na busca por métodos de trabalho e também tecnologias que possam ser empregadas na elaboração de projetos PtD;
- b) Mapear itens propostos na NR-18 que apresentam propriedades ou características básicas que podem ser modelados como objetos empregados no modelo BIM;
- c) Pesquisar junto aos profissionais, da área de segurança e projetos, como as atribuições específicas podem colaborar de modo relacionado para viabilizar um *roadmap* de Projeto Seguro (PtD), além disso também entender quais seriam as dificuldades e limitantes do processo;
- d) Analisar com os resultados obtidos e validação por meio de consulta a especialistas, pontos que se destacam no sentido de como, quando e onde cada profissional está inserido no *roadmap* para PtD;

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O presente trabalho está dividido da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** descrição do contexto, tema, objetivos e organização do trabalho;
- **Capítulo 2 – Revisão de Literatura:** descrição do planejamento de SST por meio de detalhamento da NR-01 e NR-18, modelagem BIM geral e 8D (dimensão segurança), e Projetos Seguros;
- **Capítulo 3 – Metodologia:** apresentação das etapas executivas da pesquisa, desde mapeamento e pesquisas com profissionais da área;
- **Capítulo 4 – Resultados:** detalhamento do mapeamento da NR-18 que vincula itens que podem ser trabalhados no Modelo BIM, apresentação e análise dos resultados da pesquisa com profissionais da área, quanto as dificuldades e sugestões de utilização de modo simultâneo, e proposta de um *roadmap* conceitual as normas e culturas organizacionais brasileiras;
- **Capítulo 5 – Considerações Finais:** demonstração dos resultados, discussões, conclusões, limitações e dificuldades da pesquisa.

REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta os conceitos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa, sendo eles: Prevenção de Acidentes por meio de Projetos (PtD), Segurança e Saúde no Trabalho (SST) e *Building Information Modeling* (BIM).

2.1 PREVENÇÃO DE ACIDENTES POR MEIO DE PROJETOS (PtD)

A movimentação de materiais e estruturas de suporte, como é o caso de formas, andaimes, escoramentos, escadas e rampas, gera de alguma maneira riscos e perigos a segurança dos usuários, principalmente os trabalhadores (PEREIRA FILHO 2011). Ainda segundo o autor, uma das alternativas para prevenção dos acidentes é considerar através dos projetos, requisitos relacionados ao SST. Onde pode-se concluir que a indústria da construção civil apresenta uma particularidade em relação as demais indústrias, sobretudo com relação as suas instalações, que de modo geral é móvel e itinerante.

A indústria da construção civil apresenta uma particularidade em relação as demais indústrias, sobretudo com relação as suas instalações, que de modo geral é móvel e itinerante. Deste modo, segundo Pereira Filho (2011), a movimentação de materiais e estruturas de suporte, como é o caso de formas, andaimes, escoramentos, escadas e rampas, gera de alguma maneira riscos e perigos a segurança dos usuários, principalmente os trabalhadores. Ainda segundo o autor, uma das alternativas para prevenção dos acidentes é considerar através dos projetos, requisitos relacionados ao SST.

O conceito de trabalhar com Prevenção através do Projeto (PtD), no sentido de prevenir e minimizar os riscos relacionados a execução das obras, surgiu em meados da década de 1950 nos Estados Unidos, por meio de um Manual de Prevenção de Acidentes elaborado

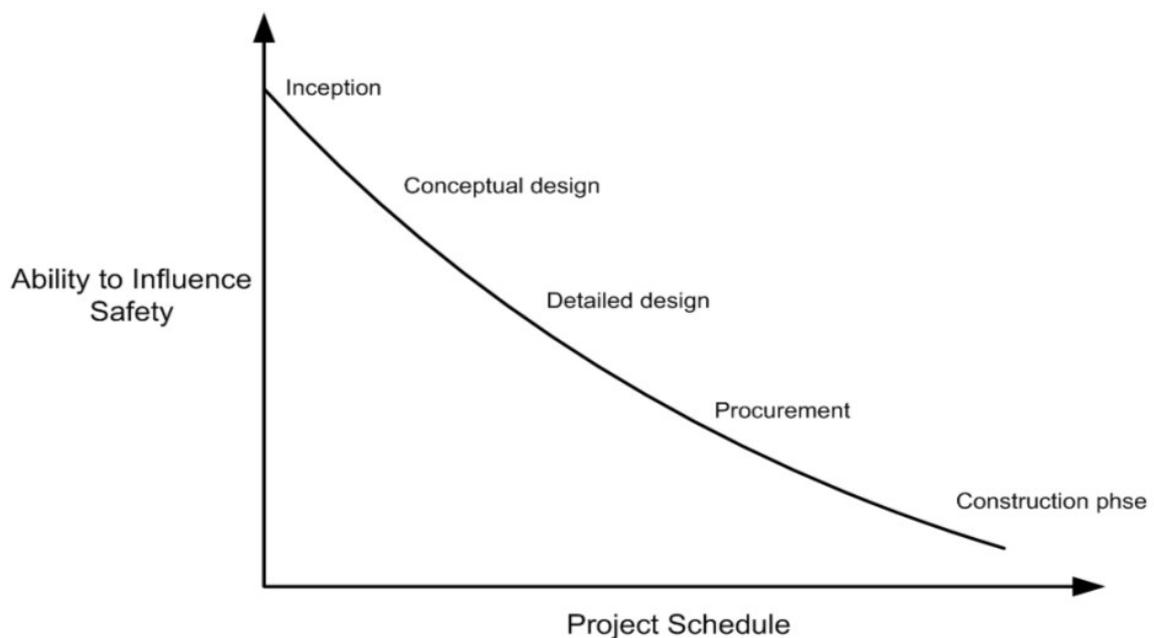
pelo Conselho Nacional de Segurança (Kamardeen, 2010). Contudo, a aplicação prática começou a ganhar importância após os estudos dos professores Jimmie Hinze e John Gambatese (1996), onde apontam que a falta de envolvimento dos projetistas ao SST na elaboração dos projetos está associada tanto as questões de responsabilidades legais como também ao pouco conhecimento sobre o assunto.

Assim, de modo geral, pode-se afirmar que os projetos de instalações e/ou de arquitetura normalmente seguem as legislações e normas de dimensionamento e parâmetros locais, porém sem considerar as questões relacionadas à saúde e segurança no trabalho, que normalmente estão associadas aos responsáveis pela execução e técnicos especialistas.

De acordo com Kamardeen (2010), há pesquisas que mostram que os projetistas podem ter uma forte influência sobre as questões relacionadas à segurança e saúde da construção e o impacto de suas ações é apresentado sobre a curva de influência (Figura 1).

Como mostra o gráfico, a influência diminui conforme o projeto se aproxima do início da execução. Segundo o autor, o momento ideal para influenciar a construção no quesito segurança ocorre durante as fases de concepção – anteprojeto (Conceptual design) e detalhamento (Detailed design), tornando significativa uma tomada de decisão sob o viés da segurança por parte dos projetistas.

Figura 1 – Influência na Segurança x Etapas dos Projetos



Extraído de: Furst (2009) e Mroszczyk (2008) apud Kamardeen (2010)

E ao tomar este tipo de decisão no período sugerido, consegue-se estabelecer o conceito claro de “Projeto Seguro” ou prevenção por meio dos projetos (PtD). Por definição, segundo Kamardeen (2010), a prevenção através dos projetos é a metodologia aplicada à várias fases do processo de elaboração e criação que buscam mitigar riscos e perigos que serão encontrados por trabalhadores durante a construção do empreendimento. Furst (2009) destaca que dentre os itens que devem ser abordados por qualquer metodologia que busque ser um PtD, é necessária a identificação sistemática dos perigos e riscos, além da observação e formalização das medidas de mitigação, apresentando com isso um controle da evolução das decisões, ou seja, a gestão do projeto relacionado a segurança.

Ligando o desenvolvimento de Projetos Seguros, com o processo de desenvolvimento de projetos BIM, Soeiro e Martins (2016) colocam que há um crescente desenvolvimento de metodologias de trabalho associadas ao processo BIM que busca aumentar o nível de prevenção de riscos no setor da construção e diminuir o número de acidentes. Além disso, o uso dos modelos de planejamento (4D) permitem que em obra seja possível visualizar as medidas de segurança para cada etapa da construção, bem como seu cronograma, permitindo aos profissionais responsáveis na obra uma avaliação instantânea e atuando com medidas mais eficientes sobre as operações de SST (SOEIRO & MARTINS, 2016).

Kamardeen (2010), coloca ainda que a principal característica do processo de PtD é a entrada do conhecimento de segurança nos escritórios de engenharia e arquitetura, principalmente relacionados ao método construtivo, avaliando em cada etapa os riscos enfrentados pelo trabalhador para execução da mesma; a sugestão constante de ações que incorporem segurança aos projetos; e, em situações que não se pode excluir o risco totalmente, prever soluções que aumente a segurança.

2.2 SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO (SST)

A Segurança e Saúde no Trabalho (SST), a partir de 2019, é de responsabilidade em nível Federal, da pasta do Ministério da Economia (ME), por meio da Secretaria do Trabalho (STRAB) e Secretaria Especial de Previdência e Trabalho (SEPTR), onde é colocado que se trata de um pacote de normas e procedimentos que são exigidos através de leis aos colaboradores e as organizações, com o objetivo específico de minimizar ou quando possível extinguir os riscos de acidentes ou doenças ocupacionais. Além da óbvia proteção ao

trabalhador o SST também busca a redução de custos desnecessários as empresas, principalmente associadas ao impacto com a força de trabalho (BRASIL, 2019).

Ainda segundo o Ministério da Economia, o programa institucional que estabelece as normas e procedimentos, e também impostas por meio de leis aos trabalhadores, é composto basicamente pelas Normas Regulamentadoras (NR's) e Procedimentos ou Instruções de Trabalho (IT's), onde, as IT's são padrões operacionais estabelecidos pela organização no desenvolvimento das tarefas básicas das rotinas produtivas, como a operação de máquinas, armazenagem e estocagem de insumos, validação de produtos, entre outras.

Para que seja possível entendimento sobre as NR's e os programas que as compõem, alguns conceitos devem ser apresentados.

Segundo a Lei Federal nº 8.213/1991, acidente de trabalho trata-se da ação “que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico (...), provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho”. No mesmo enquadramento, é possível colocar as doenças profissionais, do trabalho e acidentes ocorridos no trânsito no trajeto até a empresa ou durante o horário de expediente.

Ainda segundo a Lei Federal nº 8.213/1991, dentre os acidentes, são registrados com ou sem CAT, que de modo superficial são aqueles de registro direto (com CAT) e aqueles com registro indireto (sem CAT). Além disso, os sinistros ocorridos nesta área são classificados em acidentes típicos, de trajeto, doença do trabalho e riscos operacionais.

Os acidentes típicos são aqueles, ainda segundo a Lei Federal nº 8.213/1991, que foram registrados por meio de CAT, quando o profissional está desempenhando sua atividade contratada, no local de trabalho. O acidente no trajeto também é registrado por meio de CAT, porém se estabelece fora do local de trabalho, sendo durante o trajeto entre a residência e o local de trabalho ou vice-versa, além daquele que ocorre durante o período de expediente, mas que envolve o traslado por quaisquer motivos que envolva a atividade laboral (CBIC, 2019).

A doença do trabalho surge pelo exercício do trabalho. No Anexo II do Regulamento da Previdência Social, é colocado que são “aquelas adquiridas ou desencadeadas em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente” (CBIC, 2019). Porém, estes dados só são computados como doença ocupacional ou do trabalho caso seja registrado por meio de uma CAT.

Os Riscos Ocupacionais são uma fase anterior ao sinistro, e tratam-se de uma avaliação que o trabalhador está exposto ao executar suas atividades laborais. Segundo Descritores em Ciência da Saúde (DeCS), riscos ocupacionais são os “acidentes ou doenças a que estão

expostos os trabalhadores, no exercício ou por motivo da atividade que desempenham”. Esta avaliação está relacionada tanto ao ambiente, equipamentos, técnica utilizada, entre outros fatores (CBIC, 2019).

Deste modo, segundo o Ministério da Economia, para que seja possível garantir minimamente a segurança e saúde dos trabalhadores e demais envolvidos nos processos de trabalho, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), no Título II, dispõe em seu Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) e apresenta de modo complementar as Normas Regulamentadoras (NRs) que “consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho”.

Ainda segundo o Ministério da Economia, as primeiras Normas Regulamentadoras foram publicadas pela Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Já as demais normas foram criadas ao longo do tempo, conforme demanda e necessidade, mas sempre visando assegurar a prevenção quanto a segurança e saúde de trabalhadores em serviços laborais e segmentos econômicos específicos.

A elaboração e a revisão das normas regulamentadoras são realizadas, atualmente, pela Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, adotando o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores.

Nesse contexto, a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é a instância de discussão para construção e atualização das normas regulamentadoras, com vistas a melhorar as condições e o meio ambiente do trabalho. Dentre as ações realizadas pela CTPP, está a prorrogação da implantação da atualização da NR-18 (objeto da pesquisa), que estaria em princípio para ser implantada em fevereiro de 2021, passando para 01 de agosto de 2021.

2.2.1 NR-01

Como já destacado sobre a criação das primeiras NR's, que se deram por meio da Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978, a NR-01 é aquela que dispõe de itens gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais.

Segundo a NR-01, o objetivo da própria norma é “estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras – NR relativas à segurança e saúde no trabalho e as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho – SST”.

Dentro do campo de aplicação em seu item 1.2, a NR-01 coloca que as NR's de modo geral, obrigam tanto empregadores quanto empregados a atenderem por força de lei, tanto no setor público quanto no privado. Já no item 1.3 a NR-01 apresenta a composição estrutural e as ações que são da responsabilidade da Secretaria do Trabalho (STRAB), que é um órgão nacional que entre outras ações é responsável por acompanhar e tornar efetiva as orientações colocadas nas NR's.

No item 1.4, a NR-01 apresenta os direitos e deveres tanto do trabalhador quanto do empregador, destacando as obrigações quanto a informação, ações, treinamentos, avaliações de riscos, dinâmica e relações trabalhistas que envolvam algum tipo de risco, entre outros.

No item 1.5 da NR-01 – Gerenciamento de riscos ocupacionais, como o próprio título apresenta, tem como função “ser utilizado para fins de prevenção e gerenciamento de riscos ocupacionais”. Então no item 1.5.3, a NR-01, coloca as Responsabilidades principalmente associada a organização de estabelecer o gerenciamento de riscos ocupacionais através de um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) – item 1.5.3.1. Dentre as orientações estabelecidas no item, a NR-01 permite que a organização pode estabelecer este PGR conforme opção interna, sendo possível tanto por unidades operacionais quanto setor na empresa, ou também por atividade.

O PGR é considerado um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho, desde que sejam atendidas algumas exigências previstas tanto na NR-01 quanto em dispositivos legais específicos, sendo que deve contemplar ou estar integrado com planos, programas e outros documentos previstos em legislação de SST.

No item 1.5.7.1 da NR-01 são apresentados quais os documentos devem minimamente conter para ser considerado um PGR, dentre eles: Inventário de Riscos e Plano de Ação.

O Inventário de Risco, segundo a própria NR-01 em seu item 1.5.7.3, deve contemplar todos os dados identificados de perigos e de avaliação de riscos ocupacionais. Dentre os itens que devem ser apresentados, estão: caracterização dos processos e ambiente de trabalho; caracterização das atividades; descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos trabalhadores, com a identificação das fontes ou circunstâncias, descrição de riscos gerados pelos perigos, com a indicação dos grupos de trabalhadores sujeitos a esses riscos, e descrição de medidas de prevenção implementadas; dados da análise preliminar ou do monitoramento das exposições a agentes físicos, químicos e biológicos e os resultados da avaliação da ergonomia nos termos da NR-17; avaliação dos riscos, incluindo a classificação para fins de elaboração do plano de ação; e, critérios adotados para avaliação dos riscos e tomada de decisão.

O Plano de Ação, conforme item 1.5.5.2 da NR-01, deve ser elaborado pela organização indicando as medidas de prevenção a serem introduzidas, aprimoradas ou mantidas, considerando uma avaliação dos riscos ocupacionais os quais devem ser classificados, observando que para cada risco deve ser indicado o nível de risco ocupacional, determinado pela combinação da severidade das possíveis lesões ou agravos a saúde com a probabilidade ou chance de sua ocorrência. Para isso, a organização deve selecionar ferramentas e técnicas de avaliação de risco que sejam adequadas ao risco ou circunstâncias avaliados.

Além disso, a gradação da severidade das lesões ou agravos à saúde deve considerar a consequência e o número de trabalhadores possivelmente afetados, ou seja, entender a linha de produção por completo para que seja possível mensurar. Já com relação à probabilidade de ocorrência, é necessário considerar: os requisitos estabelecidos em Normas Regulamentadoras específicas; as medidas de prevenção implementadas; as exigências da atividade de trabalho; e, a comparação do perfil de exposição ocupacional com valores de referência estabelecidos na NR-09.

2.2.2 NR-18

Diante da breve conceitualização da NR-01, é possível estabelecer uma ligação com a NR-18, visto que a elaboração do PGR é diretamente associada ao estabelecido na NR-01, principalmente na revisão realizada em 2020.

A principal mudança estabelecida na NR-18 é que esta deixa de ser uma norma de aplicação, ou seja, que apresenta itens básicos definidos que devem ser atendidos, passando a ser uma norma de gestão de segurança. De modo prático, a NR-18 estabelecia entre outros pontos o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) e o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que será absorvido pelo Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), o qual ganha em complexidade e amplitude, possibilitando inclusive o trabalho conjunto com outras disciplinas, o caso de projetos por exemplo.

Outra mudança significativa na aplicação da NR-18 é quanto ao nível de responsabilidades. Como a norma passará a ser um processo de gestão de segurança, quem estabelecerá as diretrizes serão as construtoras ou empreiteiras, que com isso repassarão as informações aos seus fornecedores e prestadores de serviço que, por sua vez, devem atender conforme estabelecido.

Conforme descrito na NR-18 no item 18.1.1, a norma tem “o objetivo de estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção”.

A NR-18 apresenta o detalhamento do PGR no item 18.4, onde em seu item 18.4.1 estabelece que “são obrigatórias a elaboração e a implementação do PGR nos canteiros de obras, contemplando os riscos ocupacionais e suas respectivas medidas de prevenção”.

No item 18.4.2.1 da NR-18 estão descritos parâmetros relacionados a quais profissionais devem estar adequados ao tamanho da obra, onde: “em canteiros de obras com até 7m (sete metros) de altura e com, no máximo, 10 (dez) trabalhadores, o PGR pode ser elaborado por profissional qualificado em segurança do trabalho e implementado sob responsabilidade da organização”, permitindo neste caso que não somente os profissionais legalmente habilitados tenham esta responsabilidade. De qualquer maneira, não exige elaboração do PGR.

O PGR previsto na NR-18 apresenta itens adicionais aos da NR-01 detalhados no item 18.4.3, dentre os quais são necessários: a) projeto de área de vivência do canteiro de obras e de eventual frente de trabalho, em conformidade com o item 18.5 desta NR; b) projeto elétrico das instalações temporárias; c) projetos dos sistemas de proteção coletiva; d) projetos dos Sistemas de Proteção Individual Contra Quedas (SPIQ); e) relação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e suas respectivas especificações técnicas, de acordo com os riscos ocupacionais existentes.

Outro destaque importante e que impacta diretamente no desenvolvimento dos projetos e gestão da obra é apresentado no item 18.4.3.1, no qual o PGR deve estar atualizado de acordo com a etapa em que se encontra o canteiro de obras. Ou seja, conforme as frentes de serviços iniciam ou são finalizadas é necessário que o PGR esteja adequado. Este quesito é reforçado também no item 18.4.5, e que também é inteiramente vinculado ao planejamento de sistemas construtivos e projetos complementares.

Quanto as áreas de vivências, citadas anteriormente como parte integrante do PGR da NR-18 em seu item 18.5.1, deve haver projetos que contemplem condições mínimas de segurança, de conforto e de privacidade, mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza, principalmente nas instalações sanitárias, vestiários, local para refeição e alojamento quando houver. Lembrando que estes parâmetros devem seguir as orientações colocadas na NR-24 (Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho).

Dentre os parâmetros que relacionam o local da frente de trabalho e a área de vivência, estes são apresentados no item 18.5.5, onde o trabalhador não poderá se deslocar mais do que

150m (cento e cinquenta metros) para uma instalação sanitária. Assim, ao desenvolver o projeto de área de vivência, este deve ser planejado satisfatoriamente. De maneira análoga o fornecimento de água potável não pode ser superior a 100m (cem metros) horizontalmente e 15m (quinze metros) no plano vertical (aproximadamente 5 andares).

Os projetos de instalações elétricas do canteiro, descrito no item 18.6 da NR-18, que também é parte integrante do PGR, apresentam de modo simplificado alguns pontos a se considerar no dimensionamento e detalhamento, mas seu maior destaque está em relacionar a NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade, que estabelece entre outros pontos, os parâmetros mínimos associados as questões de segurança dos usuários, através de dispositivos individuais e coletivos.

2.3 *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)*

As engenharias, em geral, desenvolvem melhorias à sociedade por meio de um planejamento prévio, utilizando tecnologias e as mais variadas ciências (física, química, matemática, etc.).

Segundo Eastman (2014), o planejamento prévio, que estabelece o “como” deve ser realizado, denominam-se projetos e estes, na área de construção civil, estão passando por uma mudança substancial de conceitos. Onde normalmente trabalhava-se com projetistas especializados, agora a visão é muito mais holística, entendendo o impacto de cada decisão tomada perante os demais envolvidos no planejamento. E para isso, o setor está apostando em um processo que tem como principais características a interoperabilidade (operação sincronizada de diversas disciplinas) e as simulações (capacidade que o modelo tem de antever problemas futuros e propor soluções eficazes).

Ainda segundo Eastman (2014), para este processo é dado o nome de Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling – BIM*) que se trata de um dos processos mais promissores na indústria da construção civil nos últimos anos. No processo BIM, é desenvolvido um modelo digital preciso da edificação com informações técnicas especificadas pelos projetistas. Em uma escala maior, um modelo completo desenvolvido com tecnologia BIM pode propiciar aos usuários simulações das mais diversas áreas, como por exemplo, de eficiência energética, capacidade térmica, ciclo de vida da construção, gestão de manutenções, entre outros.

Algumas das bases conceituais de BIM vem desde meados da década de 1970, onde Eastman (2014) cita, em um dos seus artigos, termos associados ao que chamamos de BIM hoje, tais como: definição de elementos de forma interativa, que possam proporcionar aos projetistas seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos, onde quaisquer mudanças no arranjo teriam que ser realizadas apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Além disso, fornecer aos mesmos uma análise quantitativa, estimativas de custos, tempos de execução, entre outros parâmetros de modo fácil, evoluindo com isso tanto os setores públicos que avaliam os projetos, bem como setores relacionados a compras dentro das construtoras.

Desde lá, os conceitos estão ganhando refinamento, classificações, e evoluções, principalmente associadas a capacidade computacional que se desenvolveu neste período. Assim, segundo Latiffi *et al.* (2015) para que os modelos começassem a ganhar padronização, é utilizada uma classificação com relação ao nível de detalhamento apresentado no modelo (*Level of Development – LOD*), desde uma forma maciça da construção (LOD 100) e avançando até níveis que correspondem à etapa do modelo como será construído, estabelecendo inclusive os custos, fornecedores e especificações de cada material que já devem estar inseridos no projeto e execução – “as built” (LOD 500). Em níveis intermediários, encontram-se detalhamentos dos projetos complementares, tais como sistemas estruturais, hidráulicos, elétrico, climatização e quaisquer outros necessários para o projeto em questão, além dos prazos (planejamento) e documentações.

Além das classificações descritas, alguns autores colaboram, como segue: Nederveen e Tolman (1992) afirmam que a construção é caracterizada pela organização livre de todos os participantes envolvidos no desenvolvimento de um projeto, e apresentam o termo BIM; Haymaker *et al.* (2004) apontam que os projetos, inicialmente desenvolvidos por lápis e, posteriormente, auxiliados por computador (em inglês, *Computer Aided Design - CAD*), possuem uma integração difícil, demorada e propensa a erros; para Ibrahim *et al.* (2004), o termo BIM é o novo paradigma CAD.

Segundo Kamardeen (2010), os sistemas CAD têm sido usados pela indústria da construção já há algum tempo para projetar as instalações. Porém, por se tratar de um sistema de elementos geométricos, como pontos, linhas e polígonos, os projetos não apresentam conteúdos de inteligência. Ainda segundo o autor, esse foi um dos gargalos para melhoria quanto a otimização dos projetos; avaliação integrada e tomada de decisão; e, troca de informações entre as diferentes partes interessadas, como arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerente de instalações e mais recentemente os fornecedores.

Neste sentido, o autor ainda coloca que a modelagem BIM foi introduzida exatamente para aliviar este gargalo, permitindo com isso a criação de modelos de realidade virtual (3D) de edifícios, mas principalmente com as informações confiáveis sobre um projeto, por todo o seu ciclo de vida, desde concepção, elaboração e operação. Ao integrar as disciplinas, softwares e formatos de acesso a todos os interessados, se torna não somente um modelo virtual 3D, mas um repositório de objetos de construção inteligente com atributos que podem entender a interação entre si e dados não geométricos (parametrização), facilitando as tomadas de decisão.

Kamardeen (2010) ainda complementa a análise, destacando quais são os itens que devem aparecer no modelo para que seja considerado um modelo BIM: os componentes físicos de um edifício, como paredes, portas e janelas, que são descritos e dimensionados associados a questões como tempo (cronograma), preço e demais comportamentos simuláveis como, por exemplo, comportamentos térmicos e acústicos, ao contrário dos elementos geométricos CAD, que pouco colaboravam em informações técnicas; informações também associadas à manutenção e vida útil de determinado elemento ou componente físico da construção; e, por fim, sua relação com os demais elementos do edifício.

Para que seja possível esta interoperabilidade (característica fundamental do modelo BIM), os aplicativos de software que criam modelos BIM são desenvolvidos com base em um padrão/especificação chamado *Industry Foundation Classes* (IFC). Essa extensão possibilita aos usuários finais o efetivo compartilhamento de dados do modelo, independentemente do software utilizado (KAMARDEEN, 2010). Ainda segundo Kamardeen (2010), IFC foi desenvolvido pela *International Alliance for Interoperability* (IAI) em linguagem EXPRESS e tem sido constantemente atualizado. O IFC permite a representação eficaz de informações em modelos BIM, como elementos de construção, geométricos e materiais, propriedades, custos do projeto, cronogramas e organização.

Lee *et al.* (2006) consideram que à medida que a tecnologia da informação se torna mais poderosa, cresce também o potencial de construir sistemas funcionais mais sofisticados para projetar, modelar e construir edifícios.

Para Yang e Zhang (2006) a interoperabilidade semântica é um elemento crucial para garantir modelos de informações de construção, compreensíveis e compartilháveis, para várias disciplinas no desenvolvimento de projetos em sistemas computacionais heterogêneos. Fu *et al.* (2006) complementam que, atualmente, a modelagem de informação da construção (BIM) desempenha um papel crucial para pesquisa e desenvolvimento, na integração e interoperabilidade das informações da construção e apresentam um cenário de ampliação também no ciclo de vida de um projeto de construção.

Lee *et al.* (2006) afirmam que o termo BIM foi estabelecido para distinguir a nova geração de tecnologia de informação auxiliada por computador (CAD) da geração anterior, onde o BIM é o processo de gerar e gerenciar as informações de construção de maneira interoperável e reutilizável, um sistema que permite que os usuários integrem e reutilizem informações da construção e conhecimento do domínio por meio do ciclo de vida da construção.

Penttilä (2006) afirma que a modelagem da informação da construção (BIM) é um conjunto de políticas, processos e tecnologias integradas, buscando um método para gerenciar os dados do desenvolvimento do projeto de construção em formato digital durante todo o ciclo de vida da construção.

Succar (2009) explora algumas diretrizes internacionais disponíveis ao público e apresenta o BIM *Framework*, fornecendo uma base de pesquisa para as partes interessadas, apresentando os campos da tecnologia, os campos do processo e os campos da política para implementação do BIM. Smith (2014) demonstra a estratégia global para implantação do BIM.

Após os avanços já citados anteriormente, é possível vislumbrar o potencial do processo BIM no desenvolvimento de modelos de construção, sendo fundamental para entender qual a real colaboração que pode se esperar. O modelo BIM proporciona, dentre outras informações, aquelas associadas à consumo energético e de simulações. Desta maneira, esta tecnologia torna-se fundamental para o desenvolvimento de um outro conceito: a das *smart cities*, em português “cidades inteligentes”, assunto inclusive para pesquisas futuras.

De acordo com Yamamura *et al.* (2015), o processo BIM possibilita tornar as cidades "inteligentes". Importante destacar que o BIM não é um produto, é um processo suportado por uma tecnologia que daria ativos mais eficientes e é essencial para a criação de uma cidade inteligente. Ao estabelecer dentro do modelo parâmetros que estão associados ao ciclo de vida da construção, um projeto de infraestrutura pode ser muito mais eficiente e econômico. Nesses cenários, a importância do BIM aumenta à medida que facilita o gerenciamento de informações e a colaboração entre as equipes associadas a um projeto de construção. Ajuda principalmente a evitar desperdício de renda e vazamento de informações importantes.

Ainda segundo Yamamura *et al.* (2015), ao estar disponível para cada edifício com informações importantes para a gestão da cidade, eles começam a compartilhar uma rede integrada a outras bases, como o sistema de transporte, serviços públicos, etc. podendo com isso estabelecer estratégias de desenvolvimento da cidade conforme a demanda, como por exemplo, planos de contingenciamento, segurança, saúde, educação, ou quaisquer outros que sejam necessários aos ocupantes da cidade.

E é exatamente por este motivo que diversos governos estão implantando estratégias de disseminação deste processo. O Brasil tem como marco zero o Decreto Federal nº 9.377/2018, e posteriormente, em decorrência de mudanças estruturais do poder executivo, passando para o Decreto Federal nº 9.983 de 2019.

O Decreto Federal nº 9.983 de 2019, tem entre outras finalidades, o objetivo de criar um comitê gestor da estratégia de disseminação do processo BIM, denominado de Estratégia BIM BR, que aborda o assunto por cinco vertentes: finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas. Esse colegiado fica incumbido de implementar a Estratégia e gerenciar suas ações e desempenho, monitorando o seu progresso, verificando o cumprimento das metas e, caso necessário, promovendo iniciativas de correção ou aprimoramento.

Dentre os resultados esperados pelo estado brasileiro, através do Decreto Federal nº 9.983/2019, estão: assegurar ganhos de produtividade ao setor de construção civil; proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas; aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação; contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil; reduzir prazos para conclusão de obras; contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios; reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra; elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva; estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

Neste sentido, no Decreto Federal nº 9.983/2019 foram traçados alguns objetivos específicos: difundir o BIM e seus benefícios; coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM; criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM; estimular capacitação em BIM; propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM; desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM; desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM; estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Além disso, o decreto 9.983/2019 estabeleceu objetivos para as ações, e destas, como toda estratégia, foram estipulados indicadores que as avaliam, sendo elas: aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM); reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM); aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM); elevar em 28,9% o PIB da

Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no status quo, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

Apesar da Estratégia BIM BR não contemplar, em suas diretrizes e metas, parâmetros relacionados a área de saúde e segurança no trabalho, os conceitos de modelagem BIM já são apresentados em diversos estudos que relacionam saúde e segurança. Nesta pesquisa inclusive um dos principais objetivos é trazer sugestões de utilização do processo BIM nas áreas de SST por meio de um *roadmap* que faça a interação entre os profissionais da segurança e os projetistas.

2.3.1 BIM 8D – Dimensão Segurança

Entre as classificações e enquadramentos adotados nos processos BIM se tem, por exemplo, a de Arnal (2018) que sugere a Teoria das 10 Dimensões BIM onde, segundo o autor, na busca por facilitar as etapas de elaboração do projeto, se convencionou uma classificação através de dimensões, como segue: 1D – Implantação; 2D – Parametrização e fluxos de trabalho; 3D – Compatibilização do modelo 3D; 4D – Cronograma; 5D – Custos; 6D – Sustentabilidade; 7D – Gestão de Manutenções; 8D – Segurança; 9D – *Lean Construction*; 10D – Industrialização.

Nesta pesquisa, será tratado exclusivamente da dimensão 8D – Segurança. Segundo Kamardeen (2010), a taxa de incidentes do setor da construção civil, em níveis mundiais, permanece quase o dobro de todas as outras indústrias. O autor destaca que há muito tempo se estuda e evidencia que estes riscos são criados e podem ser diagnosticados já na fase de projetos, o que pode tornar muito mais eficiente o risco ao eliminá-lo na fonte, concluindo que um dos meios mais eficazes de lidar com os perigos é eliminá-los ainda no planejamento, ou seja, a Prevenção através do Projeto (PtD), conforme detalhado no item 2.3.2 da pesquisa.

Contudo, as ferramentas que traçam esta ligação entre a segurança e projetos não são satisfatórias, e é onde o processo de desenvolvimento de *Building Information Modeling* (BIM) em sua escala 8D (conforme convenção apresentada) deve estar atuando. Ainda segundo Kamardeen (2010), o BIM tem sido amplamente utilizado para simular e otimizar projetos tendo em vista estudos de viabilidade e preocupações das partes interessadas, análise de valores, sistemas construtivos, sustentabilidade, eficiência operacional do local, logística, entre outros. No entanto, o potencial do BIM para prevenção por meio dos projetos ainda está para ser explorado.

Dentre alguns estudos mais recentes, encontra-se de Deng *et al* (2019), onde destaca que apesar de vários estudos serem associados as questões de segurança na construção civil devido à existência de perigos ocultos, os acidentes no canteiro de obras ainda afetam o desenvolvimento da indústria da construção, ressaltando a necessidade de gerenciamento eficaz dos riscos da construção é um passo importante para fortalecer a segurança da construção é atualmente, a tecnologia do BIM tem sido gradualmente aplicada a vários campos de projetos de construção, fornecendo um forte suporte para o bom desenvolvimento dos projetos de construção.

Neste estudo os autores tem por objetivo criar um módulo de gerenciamento de segurança de fontes de risco de construção por meio do desenvolvimento secundário da plataforma Revit®. Ao mesmo tempo, o software Navisworks® é usado para simular o resgate de emergência de acidentes de segurança de construção e formular o plano de gerenciamento de emergência correspondente. Ou seja, simulação e aplicação real dos conceitos de Projetos Seguros.

Segundo Kamardeen (2010), o conceito de “projeto seguro” depende dos projetistas para realizar uma avaliação de risco completa de cada componente do projeto da instalação. Isso requer integração e conhecimento do processo de construção do projeto.

Cooke, Lingard e Blismas (2008) e Zarges e Giles (2008) colocam que se deve haver questionamentos quanto a preocupação dos projetistas, visto que a saúde e segurança ocupacional não é trabalhada de maneira integralizada ou discutida nas disciplinas de projetos. Esta afirmação foi comprovada através da pesquisa de Zou, Wilson e Adam (2009), que revelou que a maioria dos projetistas não tem conhecimento sobre a avaliação de risco de segurança no projeto e, portanto, não apresentam conhecimento e instrumentos para realizar tais avaliações.

De modo geral, há diversos softwares e métodos que possibilitem a avaliação de risco dos projetos. Porém, o ponto fraco destes auxílios, segundo Kamardeen (2010), é que não há uma ligação ativa direta entre o conhecimento de risco detido pelos softwares e métodos auxiliares e o modelo CAD desenvolvido pelos projetistas. Toole e Gambatese (2008) destacam que o aumento das investigações ao se utilizar de projetos espaciais melhoram a prevenção de riscos ao longo de uma trajetória.

Kamardeen (2010), destaca que este fato é onde entra o processo BIM, que ainda é um paradigma emergente nos campos de projetos e engenharia, e que permite a criação de modelos digitais 3D de edifícios com informações incorporadas sobre um projeto desde os estudos preliminares até a construção e operação. O modelo BIM integra informações de disciplinas distintas, combinando-as com uma plataforma CAD 3D espacial para gerar uma representação

digital das características físicas e funcionais de um edifício modelo. É mais do que apenas um modelo virtual 3D, mas sim um repositório para a construção de objetos inteligentes com atributos e relacionamentos, tornando-se um veículo eficaz para a tomada de decisão automatizada dos projetos.

Neste sentido, Kamardeen (2010) apresenta em seu artigo um modelo conceitual de uma abordagem de análise em um modelo BIM, no qual permite aos projetistas compreender o viés segurança e as consequências de suas decisões sobre o projeto, conforme as etapas dos projetos são desenvolvidas, este modelo será detalhado também no item 2.3.2 da pesquisa.

Para ilustrar como a dimensão segurança (8D) pode ser empregada por meio de um projeto BIM, indicando equipamentos e sistemas de segurança em um canteiro de obras, bem como a visualização dos objetos parametrizáveis seguem as Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Modelo BIM com objetos associados ao SST no canteiro (1)



Fonte: Cursos Construir¹

¹ Disponível em <https://construir.arq.br/template/template-seguranca-do-trabalho/?v=9a5a5f39f4c7>

Figura 3 – Modelo BIM com objetos associados ao SST no canteiro (2)



Fonte: Cursos Construir²

2.3.2 Modelagem BIM 8D para PtD

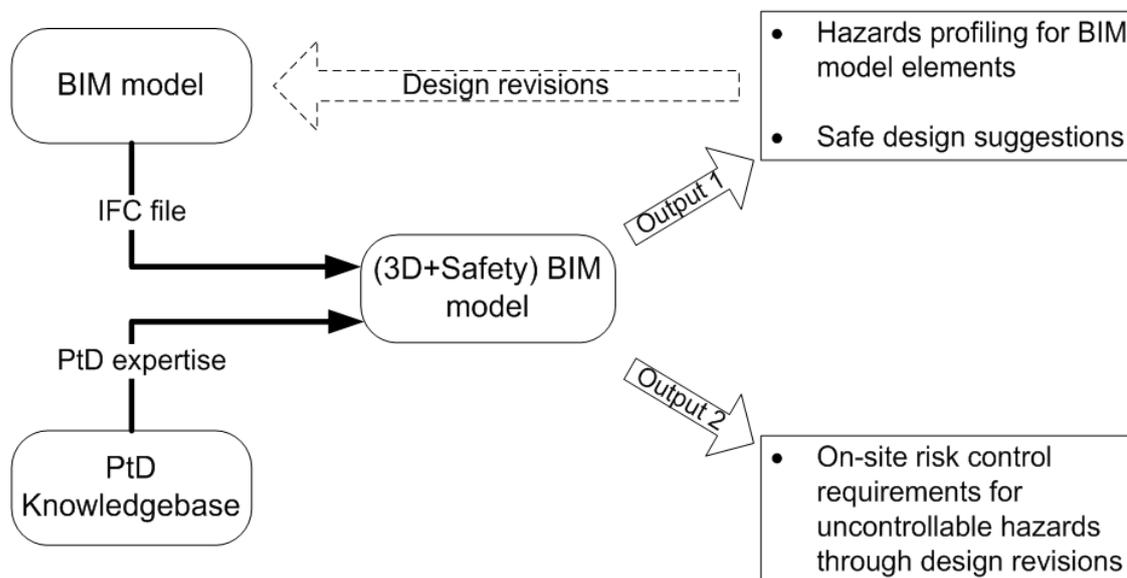
Segundo Kamardeen (2010) a alavancagem dos projetos seguros (PtD) no BIM consiste basicamente em três tarefas: elementos que possibilitem avaliar o perfil de risco do modelo; fornecimento de sugestões e melhorias sobre o projeto revisando os elementos que trazem elementos de alto risco; e propor controles de risco na obra para perigos que são incontroláveis, sempre com as revisões sistêmicas e gerenciadas no projeto.

Seguindo a linha de raciocínio, de acordo com o autor, a base do conhecimento dos PtD abriga três conjuntos de conhecimentos: a) parâmetros de elementos na construção, de modo individual, com a especificação dos riscos, bem como as suas combinações com o método construtivo; b) experiência em projetos seguros; c) experiência em controle de risco na obra.

Para concluir a ideia o autor ilustra, na Figura 4, a gestão das informações por meio de um *framework*.

² Disponível em: <https://construir.arq.br/template/template-seguranca-do-trabalho/?v=9a5a5f39f4c7>

Figura 4 – *Framework* de informações para Projeto Seguro (PtD)



Extraído de: Kamardeen (2010)

A primeira etapa em PtD usando BIM é a de empregar objetos parametrizáveis relacionados aos perfis de perigo e risco no modelo BIM, que tem o papel de integralizar o arquivo IFC desses objetos – basicamente relacionado ao grau de conhecimento do projetista quanto a qualidade dos objetos e cuidado em verificar se é possível atribuir informações relacionadas à segurança, pois os parâmetros devem vir daqueles que proporcionam por meio da experiência e conhecimento do PtD. No segundo estágio, os elementos classificados como de alto risco serão identificados e então são sugeridas adequações ao projeto na busca do PtD – momento no qual os profissionais do SST devem ser acionados. Depois que o projeto foi revisado para segurança, um segundo conjunto de sugestões será fornecido para controle no local de risco que pode decorrer de perigos que eram incontroláveis por meio do que foi identificado nas revisões.

Assim, Kamardeen (2010), entende que ao seguir este processo é possível garantir que os projetos atendam quesitos e informações suficientes para que sejam enquadrados como Projetos Seguros. Diante desta afirmação, este estudo buscou validar que as informações sejam adequadas à realidade local quanto a segurança (NR-18) e validar também junto aos profissionais do mercado quais seriam as sugestões de adequação para que o *roadmap* se torne representativo quanto a sua aplicabilidade.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo tem como objetivo propor um *roadmap* que garanta um desenvolvimento adequado de Projetos Seguros (PtD) para empreendimentos da construção civil, desta forma, este capítulo buscou fundamentar através de levantamentos relacionados a estudos de desenvolvimento deste tipo de projeto, o conhecimento da área de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), principalmente as normas NR-01 e NR-18 e informações técnicas com relacionadas ao processo de produção de projetos BIM.

De modo geral, é possível perceber que os Projetos Seguros têm o diferencial de haver a inserção de conhecimento relacionado a Segurança e Saúde no Trabalho no seu desenvolvimento, que justifica o levantamento de informações das NR's. Já o processo BIM para desenvolvimento de projeto trata-se de uma tecnologia que está substituindo os projetos tradicionais, principalmente por estar voltado a inclusão de modelagem e objeto parametrizáveis que melhoram a performance e avaliação em qual todos os requisitos da construção inclusive os relacionados ao SST.

METODOLOGIA

Segundo Kamardeen (2010), para que um projeto elaborado por processo BIM seja classificado como um projeto tipo PtD, é necessário que informações e conhecimentos da área de saúde e segurança sejam inseridos no modelo BIM do qual serão extraídas informações associadas aos elementos construtivos, avaliando se é possível sugerir adequações ao projeto de tal forma a extinguir o risco, ou então pelo menos mitigar aqueles incontroláveis para que sejam feitas melhorias ou soluções adequadas no canteiro de obras.

No Brasil, as condições e diretrizes básicas que relacionam as questões de saúde e segurança em obras está baseada na NR-18, sendo apresentado o PGR como produto final a partir de 2021. Em outras palavras, é por meio do PGR que todo o planejamento de saúde e segurança de uma obra deverá ser previsto.

Deste modo, não é difícil perceber que deve haver uma conexão entre a NR-18, por meio do PGR e do projeto de engenharia e arquitetura para que, então, este projeto seja classificado como PtD no Brasil.

Assim, a presente pesquisa busca, entre outras análises, estabelecer a conexão entre um projeto elaborado por meio do processo BIM e a utilização do PGR da NR-18 como base de conhecimento e informações associadas à segurança, para que o projeto tenha possibilidade de ser classificado como PtD.

Para isso, é apresentado no Apêndice A um mapeamento de pontos a serem considerados pela NR-18, que possam ser atribuídos ao modelo BIM (objetos que poderiam ser parametrizáveis e inseridos no Modelo BIM), tanto do projeto do empreendimento quanto do canteiro de obras. Esta etapa é necessária para estabelecer quais os elementos que, segundo a proposta de Kamardeen (2010), podem ser parametrizáveis aos perfis de perigo e risco no modelo BIM e que tem o papel de integralizar o arquivo IFC.

A tabela consta de quatro colunas, sendo elas: 1) item de avaliação ou checagem na NR-18; 2) SIM, é possível atribuir ao Modelo BIM (empreendimento ou canteiro de obras); 3)

NÃO, deve ser atribuído basicamente ao PGR; e, 4) Consideração extra de como aquele item será colocado dentro do modelo BIM ou somente no PGR.

A análise foi realizada tomando como base, se o item pode, de alguma maneira, ser atribuído aos modelos BIM, ou seja, quaisquer objetos que sejam possíveis de apresentação gráfica e que apresentam parâmetros que pode ser atribuído ao modelo BIM. Assim, todos os pontos relacionados a medidas de ambientes (disposição), como é o caso de refeitórios, banheiros, vestiários, locais de armazenamento e depósito de materiais, rampas, escadas, entre outros; projetos de convivência, elétricos, hidráulicos de canteiro; equipamentos, caso de guias, guarda-corpo, telas, proteções contra quedas de materiais, lixeiras, caçambas, pontos de ancoragem, fechamento (tapumes, alçapão etc.), andaimes, linhas de vida etc.

Já os itens que estão associados às questões de controle administrativo, caso de fichas, treinamentos etc.; procedimentos de trabalho seguro ou boas práticas; estão contidos somente no PGR.

Para o enquadramento de projetos como PtD, Kamardeen (2010), coloca que a principal característica do processo é a entrada do conhecimento de segurança nos escritórios de engenharia e arquitetura, auxiliando em discussões, soluções e tomadas de decisões, por exemplo, quanto aos métodos construtivos, avaliando etapa quanto os riscos enfrentados pelo trabalhador para sua execução, sugestão constante de ações que incorporem segurança aos projetos e em situações que não se pode excluir o risco totalmente, prever soluções que aumentem a segurança.

Assim o estudo busca, por meio de pesquisa com profissionais que atuam em todo território brasileiro da área de SST e projetistas (Apêndice B), apurar quais são os níveis de conhecimento tanto da área de Segurança, projetos elaborados por processo BIM e projetos PtD; além disso, entender quais seriam as dificuldades interrelacionadas das áreas, o nível de influência que o trabalho simultâneo poderia exercer sobre a elaboração dos projetos e momento dentro das fases dos projetos que seriam mais impactante às atuações de cada disciplina.

Ao estabelecer os resultados da pesquisa, busca avaliar quais as reflexões e impactos sobre os projetos para estabelecer um projeto PtD, quais os acertos e desacertos do processo, quais as percepções e expectativas dos participantes, bem como se a técnica e resultados obtidos foram satisfatórios. Para isso, também devem ser avaliados alguns objetivos e metas, o entendimento sobre os profissionais pesquisados, no sentido da representatividade do setor avaliado, se haverá resultados não esperados, quais os efeitos do processo, potencialidade e limitações, bem como questões que devem ser aprofundadas.

Com as informações obtidas junto aos profissionais (SST e projetos), e entendendo o impacto que a NR-18 pode ter em um Modelo BIM, foi desenvolvido um *roadmap* que considera a base de elaboração de projetos em processo BIM, com as contribuições de Kamardeen (2010) quanto à inserção de conhecimento da área de segurança nos projetos (Figura 4). Além disso, o momento no qual este conhecimento deve ser inserido no *roadmap* foi obtido através da pesquisa com os profissionais.

Após o desenvolvimento do *roadmap* e para garantir a real aplicabilidade da proposta, foi elaborada uma segunda pesquisa com o objetivo de consultar especialistas através de um painel (Apêndice C) para devidas validações e contribuições pontuais que poderiam passar despercebidas.

De forma resumida tem-se:

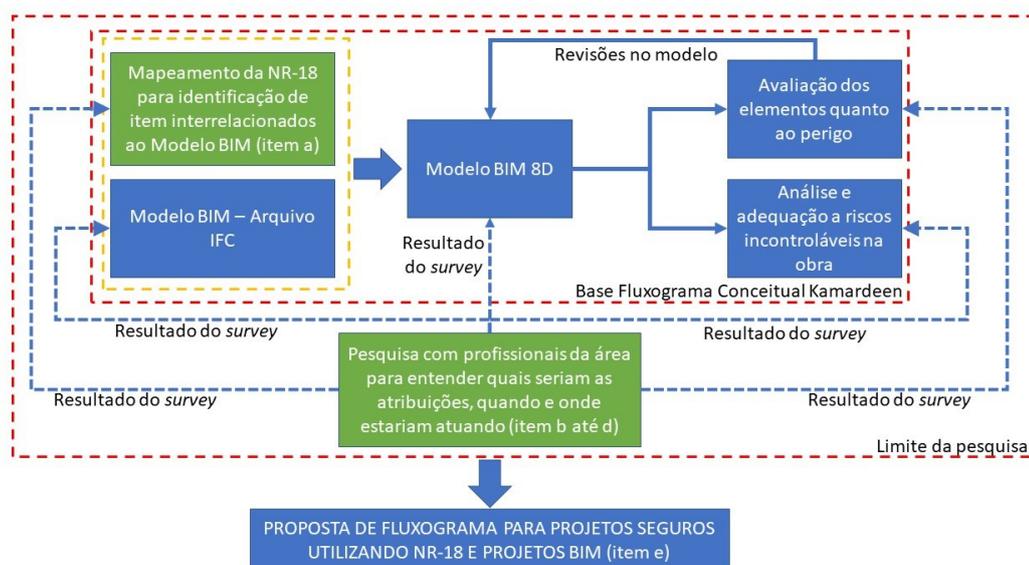
- a) Mapeamento de itens relacionados a NR-18 que, apresentam características físicas e parametrizáveis para inserção no Modelo BIM. Todos os objetos que constam nos projetos de Arquitetura e Engenharia, além daqueles que envolvem canteiro de obras (locais de convivência, fluxos de trabalho, sistemas elétricos e de movimentação de materiais, entre outros), são potencialmente objetos que podem estar dentro do Modelo BIM; assim os itens relacionados ao desenvolvimento de tarefas ou boas práticas não estariam inseridos como itens dentro do Modelo BIM;
- b) Elaboração de uma pesquisa, aplicada a profissionais de área de SST e Projetistas, com o objetivo de entender quais seriam os níveis de conhecimento, as dificuldades de cada um dos personagens em sua disciplina, e a relação mútua de SST e Projetos no desenvolvimento de PtD. O questionário foi desenvolvido com 14 questões conforme apresentado no Apêndice B. Dentre as questões, buscou-se levantar informações de perfil dos respondentes, qual o nível de conhecimento dentro das disciplinas estudadas (SST BIM / PtD), e como se daria a dinâmica de trabalho entre os profissionais, para com isso ser possível estabelecer os pontos no fluxograma de trabalho no qual estaria empregando os respectivos conhecimentos. Para o desenvolvimento da pesquisa, se utilizou de plataforma de formulários do *Google Forms*, otimizando o tempo para os respondentes, com um tempo médio de 5 a 6 minutos para finalizar as respostas. A pesquisa se deu no período de 26 de abril de 2021 até 08 de maio de 2021; os dados extraídos e analisados, estão apresentados no item 4.2 do estudo, sendo 37 respondentes encaminhado a grupos de projetistas de nível nacional; também, com o levantamento, é possível garantir uma informação representativa, visto que os profissionais de Engenharia Civil,

Arquitetura e Engenharia de Produção (dentro de sua linha de atuação) são os principais representantes tanto nas obras quanto na elaboração de projetos.

- c) Com os resultados da pesquisa indicada no item b) e os pontos destacados no item a), são trabalhadas as avaliações e análises quanto as relações positivas e negativas levantadas e com isso propor um *roadmap* para projetos PtD. Para isso, tomou-se como base o *roadmap* de desenvolvimento padrão de projetos elaborados por processo BIM e como base a inserção de conhecimento da área de segurança proposto por Kamardeen (2010) na Figura 4, diferenciando principalmente na utilização da NR-18 na geração de conhecimento de SST e de ferramentas BIM no desenvolvimento de PtD;
- d) Por fim, para uma avaliação externa quanto a aplicabilidade da proposta, foi aplicada uma pesquisa com especialistas para desenvolvimento de um painel de contribuições e ajustes que pudessem ser necessários para que o *roadmap* proposto tenha representação maior quanto a sua aplicabilidade (Apêndice C), este painel com especialista foi aplicado em 6 especialistas em nível Brasil de atuação, a aplicação foi direcionada para profissionais que já atuam com as tecnologias empregadas na pesquisa.

Na Figura 5 é apresentado de maneira gráfica a metodologia aplicada no estudo.

Figura 5 – *Framework* das atividades da Metodologia



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta dissertação é propor um *roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD), na área de construção civil, relacionando o planejamento de segurança e saúde no trabalho (SST), por meio da NR-18 e projetos elaborados pelo processo BIM. Para atender ao objetivo geral e específicos adotou-se a metodologia detalhada anteriormente.

Desta forma, para o levantamento das informações técnicas relacionadas a pesquisa por meio de consulta a estudos de autores da área na busca por métodos de trabalho e tecnologias que possam ser empregadas na elaboração de projetos PtD, utilizou-se de levantamento a artigos em bases acadêmicas, normas e leis relacionadas.

Diante do levantamento, é constante a necessidade de inserção e conhecimento da área de SST para desenvolvimento de Projetos Seguros, então para isso, o estudo propôs um mapeamento de itens da NR-18 que apresentam propriedades ou características básicas que podem ser modelados como objetos empregados no modelo BIM, este por sua vez torna-se fundamental diante das propriedades que a tecnologia proporciona nas tomadas de decisão e o *roadmap* básico.

Deste modo, a pesquisa também busca relevância e praticidade quanto ao emprego do *roadmap* proposto, assim, a pesquisa buscou pesquisar junto aos profissionais, da área de segurança e projetos, como as atribuições específicas podem colaborar de modo relacionado para viabilizar um *roadmap* de Projeto Seguro (PtD), além disso também entender quais seriam as dificuldades e limitantes do processo;

Analisar com os resultados obtidos e validação por meio de consulta a especialistas, pontos que se destacam no sentido de como, quando e onde cada profissional está inserido no *roadmap* para PtD;

RESULTADOS

O objetivo geral desta pesquisa (item 1.1 da pesquisa) é propor um *roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD), na área de construção civil, relacionando o planejamento de segurança e saúde no trabalho (SST), por meio da NR-18 e projetos elaborados pelo processo BIM. E, desta forma, fornecer ao meio profissional uma ferramenta de organização de informação, disponibilidade de conhecimento e dinâmica de trabalho para o desenvolvimento de projetos seguros, que por sua vez traz possibilidade de melhorias nas condições de segurança e saúde nos trabalhos da construção civil.

Para que um *roadmap* seja adequado e representativo, é necessário indicar alguns pontos fundamentais, dos quais: definir quais são as etapas (processo BIM em geral e o fluxo de informações para modelo BIM e PtD proposto por Kamardeen mostrado na Figura 4), quem são os responsáveis (profissionais área de SST e projetos), quando (etapa na qual as ações devem ser feitas) e como estarão atuando (relacionamento entre a NR-18 e Processo BIM que podem ser interrelacionados itens destacados no mapeamento do Apêndice A).

4.1 MAPEAMENTO DOS ITENS DA NR-18 ATRIBUÍDOS AO MODELO BIM

De acordo com a metodologia proposta, a pesquisa buscou elaborar um levantamento de itens relacionados a NR-18. Os resultados deste levantamento estão apresentados no Apêndice A por meio de uma tabela onde é indicado qual o item, se é ou não possível a atribuição ao modelo BIM e como deveria ser atribuído no modelo na última coluna. Foi analisado 408 itens na NR-18, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Itens da NR-18 analisados que podem estar no Modelo BIM

Onde o item será incluído	Quantidade de itens	Porcentagem dos analisados
BIM (SIM)	163	39,95%
Fora do modelo (NÃO)	245	60,05%
Total	408	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, a pesquisa filtrou os itens que poderiam ser inseridos no modelo BIM atendendo a característica básica de objetos parametrizáveis (características físicas, modelo, marca, tamanho, etc.), obtendo de forma positiva (Tabela 2): informações de planejamento, projetos de canteiro de obras civil (locais de convivência, alimentação, depósitos e armazenamento de materiais), projeto elétrico do canteiro (sistemas temporários, quadros, diagrama, iluminações artificiais etc.), equipamentos de proteção coletiva, móveis e utensílios obrigatórios, equipamentos técnicos (gruas, andaimes, elevadores, guinchos etc.) e obras de infraestrutura (demolição, aterro, cortes, taludes etc.). Dos quais optou-se por esta classificação devido aos tipos de famílias de objetos atribuídos no modelo BIM.

Tabela 2 – Distribuição dos itens incluídos no Modelo BIM

Onde o item será incluído	Quantidade de itens	Quantidade relativa
Informações de planejamento	5	3,07%
Projetos do canteiro de obras (civil)	58	35,58%
Projetos do canteiro de obras (elétrico)	12	7,36%
Equipamento de Proteção Coletiva (EPC)	26	15,95%
Móveis e utensílios	4	2,45%
Equipamentos técnicos (andaimes, gruas, etc.)	47	28,83%
Obras de infraestrutura	11	6,75%
Total	163	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados que não estariam contemplados no modelo BIM, destacando principalmente os itens relacionados aos procedimentos e práticas de SST, visto que por se tratar de uma variável sem características parametrizáveis se torna inviável a utilização dentro do modelo BIM.

Tabela 3 – Distribuição dos itens que não são contemplados no Modelo BIM

Onde o item será incluso	Quantidade de itens	Quantidade relativa
Informações administrativas e legais	12	4,90%
Treinamentos	16	6,53%
Conservação / higiene / limpeza	5	2,04%
Procedimentos / Práticas de SST	148	60,41%
Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	10	4,08%
Especificação e dimensionamento de equipamentos	54	22,04%
Total	245	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, de modo geral, os itens relacionados a condições físicas, dimensões mínimas, tipos de materiais, determinação de locais específicos como de armazenagem de produtos perigosos, estoques de materiais, detalhamento de projetos que impactam em sistemas de segurança, como o caso dos sistemas elétricos, podem de alguma maneira ser adicionados ao modelo BIM do empreendimento e do canteiro. Já os itens relacionados a questões documentais, tais como treinamento e certificações, bem como itens relacionados a condução da tarefa, como o caso de análise dos equipamentos antes dos trabalhos pelo funcionário, estes devem somente estar atribuídos ao PGR.

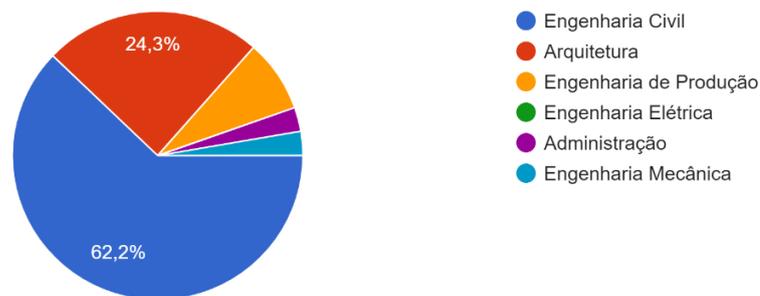
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA COM PROFISSIONAIS

A pesquisa com profissionais da área de SST e projetistas (engenharia e arquitetura), se deu no período de 26 de abril de 2021 até 08 de maio de 2021, com 37 respondentes. Dos quais 10,8% dos consultados atuam exclusivamente na área de SST, 70,3% atuam exclusivamente na área de projetos de engenharia ou arquitetura, 13,5% atua de modo simultâneo nas áreas de SST e Projetos, e o restante atua em outras áreas (execução de obras e ensino superior). O perfil médio, no caso de projetistas, possibilita uma avaliação positiva no sentido da representatividade da proposta, pois seriam eles os mais afetados em suas tarefas, ocorrendo uma influência direta a dinâmica e decisões nos projetos.

Quanto a formação dos profissionais consultados, destaca-se a formação em Engenharia Civil, com 62,2% dos respondentes. Os demais, 24,3% com formação básica em Arquitetura, 8,1% em Engenharia de Produção, 2,7% em Administração e 2,7% em Engenharia Mecânica (Figura 6). Também é possível garantir uma informação representativa, visto que os

profissionais de Engenharia Civil, Arquitetura e Engenharia de Produção (dentro de sua linha de atuação) são os principais representantes tanto nas obras quanto na elaboração de projetos.

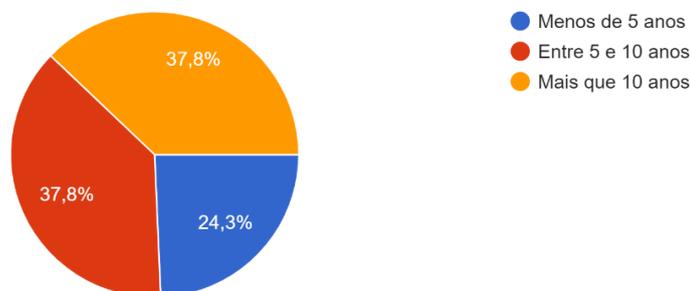
Gráfico 1 – Questão 2 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

A pesquisa também buscou entender qual era o perfil dos profissionais, quanto ao tempo de formação. Do total de respondentes, 24,3% são profissionais com experiência de até 5 anos atuando na área, 37,8% atuam de 5 a 10 anos e 37,8% atuam a mais de 10 anos (Gráfico 2). O perfil médio de profissionais plenos e sêniores traz a pesquisa conhecimentos adquiridos também na atuação profissional, desta maneira, agrega aos resultados, uma representatividade quanto a prática corroborando significativamente para o desenvolvimento da proposta de trabalho (objetivo do estudo) de forma aplicável.

Gráfico 2 – Questão 3 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos

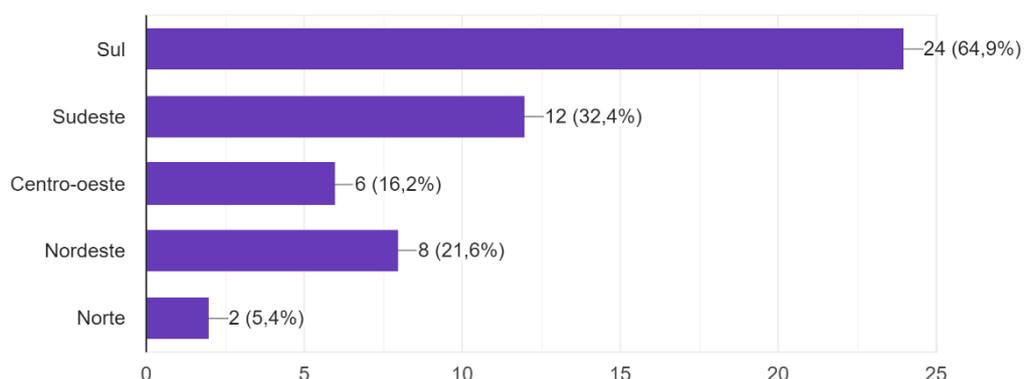


Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Quanto as regiões no Brasil em que os profissionais consultados atuaram, tem-se: 64,9% na região Sul, 32,4% atuaram no Sudeste, 21,6% no Nordeste, 16,2% no Centro-oeste e

5,4% na região Norte (Gráfico 3). Estes resultados seguem a mesma linha na questão anterior, onde é possível perceber a representatividade dos profissionais pesquisados quanto a suas experiências atuando em todo o território nacional e com visões de locais com culturas diferentes, mas que legalmente é necessário a aplicação da NR-18 e demais normas brasileiras.

Gráfico 3 – Questão 4 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos

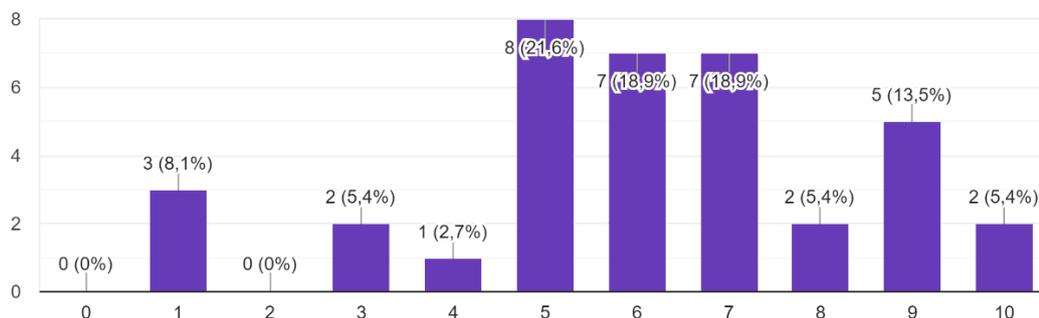


Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Após a caracterização dos profissionais consultados, a pesquisa buscou estabelecer um grau de conhecimento em cada uma das áreas abordadas na pesquisa (questões 5 a 7), questionando qual o nível de conhecimento quanto ao SST, Projetos elaborados por processo BIM e Projetos Seguros (PtD). Assim na pesquisa, adotou-se como critério que ao responder até a escala de 3, seria considerado de baixo ou pouco conhecimento, entre 4 e 6 de médio conhecimento e de 7 para cima de alto ou grande conhecimento.

No Gráfico 4, é apresentado o resultado quanto ao conhecimento de SST, onde é possível perceber que 13,5% dos respondentes se consideram com baixo conhecimento na área de SST, 43,2% consideram médio seu conhecimento na área e 43,2% avaliam que tem um conhecimento alto. Os resultados desta questão trazem a pesquisa o perfil de profissionais com significativo conhecimento na área de SST, e desta maneira, não é difícil relacionar a representatividade das respostas, e com isso entender que as sinalizações nesta área são de alguma maneira contundentes.

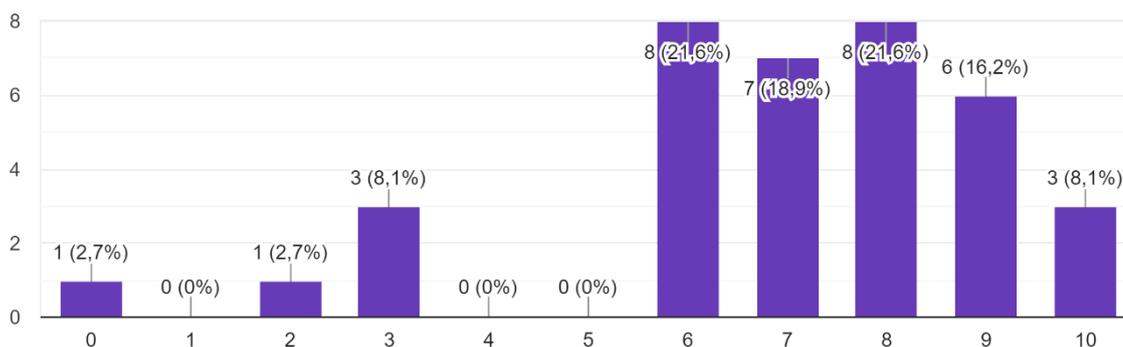
Gráfico 4 – Questão 5 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Já no Gráfico 5, são apresentados os resultados referentes ao conhecimento do profissional na elaboração de projetos com processo BIM. Onde, 13,5% avaliam ter baixo conhecimento em projetos elaborados por processo BIM, 21,6% avaliam ter um conhecimento médio e 64,9% avaliam ter alto conhecimento neste tipo de projeto. Seguindo a mesma lógica da questão anterior, os resultados mostram um perfil de profissionais com grande conhecimento na área de Projetos BIM, e desta maneira, também não é difícil relacionar a representatividade das respostas, e assim possibilitando a pesquisa utilizar as sinalizações.

Gráfico 5 – Questão 6 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos

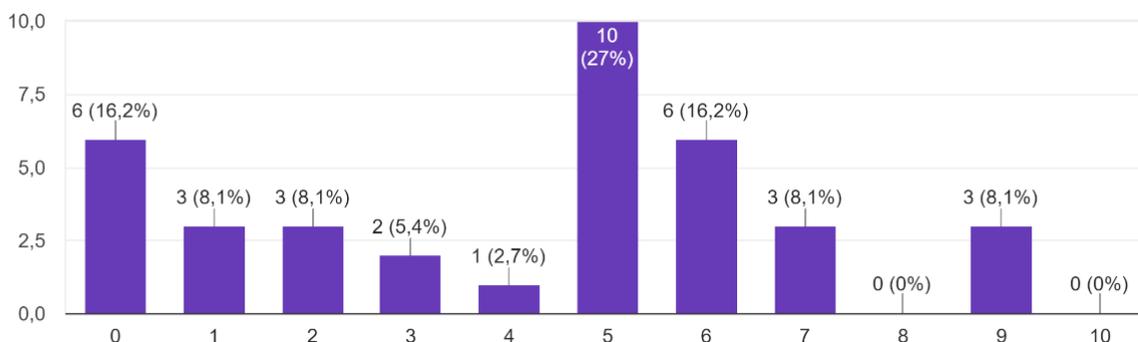


Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

No Gráfico 6 é apresentado qual o nível de conhecimento em Projetos Seguros (PtD), ou seja, aqueles que envolvem uma avaliação de questões relacionadas à Segurança e Saúde na sua concepção. Desta forma, os resultados foram: 37,8% avaliam ter baixo conhecimento,

45,9% avaliam ter médio conhecimento e somente 16,2% avaliam ter um alto conhecimento neste tipo de projeto.

Gráfico 6 – Questão 7 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Neste caso, os resultados declarados quanto ao conhecimento em Projeto Seguro (PtD) considerado pelos respondentes, de médio para baixo, destaca a importância do desenvolvimento da ferramenta objeto da pesquisa (*roadmap*), pois as respostas obtidas nas questões 5 e 6 da consulta aos profissionais, nos garante que os profissionais pesquisados tem conhecimento sobre as áreas de modo independente (projetos e SST), mas quando há a interoperabilidade entre as disciplinas, que é o caso do Projeto Seguro (PtD), este conhecimento já não é mais tão significativo. O que vai totalmente de acordo com que Kamardeen (2010) destaca quanto as ferramentas que traçam esta ligação entre a segurança e projetos não são satisfatórias, e é onde o processo de desenvolvimento de *Building Information Modeling* (BIM) na dimensão Segurança deve estar atuando. O autor ainda reforça que a atuação do BIM tem sido amplamente utilizada para simular e otimizar projetos tendo em vista estudos de viabilidade e preocupações das partes interessadas, análise de valores, sistemas construtivos, sustentabilidade, eficiência operacional do local, logística, entre outros. No entanto, o potencial do BIM para prevenção por meio dos projetos ainda está para ser explorado.

Para que a Modelagem BIM seja utilizada com o viés de SST, ou seja, desenvolvendo Projetos Seguros, Kamardeen (2010) propõe que já no desenvolvimento inicial do Modelo BIM, o façam empregando objetos parametrizáveis relacionados aos perfis de perigo e riscos, que tem o papel de integralizar o arquivo IFC desses objetos. Já os parâmetros e conhecimento devem vir daqueles que proporcionam por meio da experiência e informações (no nosso caso a NR-18). Já em um segundo estágio (após análise do Modelo BIM), os elementos classificados

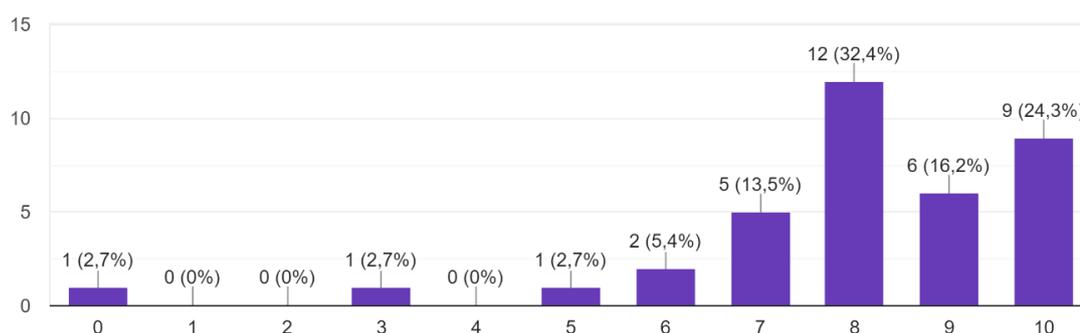
como de alto risco serão identificados e então são sugeridas adequações ao projeto na busca do PtD.

Na terceira etapa da pesquisa (questões 8 e 9), se questionou os profissionais quanto a influência que as disciplinas de modo distinto poderiam impactar no desenvolvimento da outra. O objetivo deste questionamento é verificar se os profissionais conseguem entender que a interoperabilidade das disciplinas pode ser algo que agregue melhorias, tanto no desenvolvimento dos projetos quanto no planejamento do SST, e desta forma utilizar a ferramenta de organização proposta pelo estudo, não como mais uma obrigação, mas sim, como algo substancial e que gera resultados satisfatórios nas melhorias de segurança principalmente.

Para isso, foi seguida uma escala semelhante a segunda etapa, adotou-se que respondentes que colocassem entre 0 e 3, consideravam pouca ou baixa influência no desenvolvimento da disciplina, já entre 4 e 6, consideravam uma influência média, e de 7 para cima de muita ou alta influência.

Na questão 8 (Gráfico 7), buscou-se entender de que forma os projetos de engenharia e arquitetura poderiam impactar no desenvolvimento do planejamento do SST (PGR da NR-18). Onde, 5,4% avaliam que a influência é baixa, 8,1% avaliam que a influência é média e 86,5% entendem que há uma grande influência no planejamento de SST. Ou seja, de modo geral, os profissionais respondentes, entendem que os projetos influenciam com considerável impacto no desenvolvimento do planejamento de SST.

Gráfico 7 – Questão 8 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos

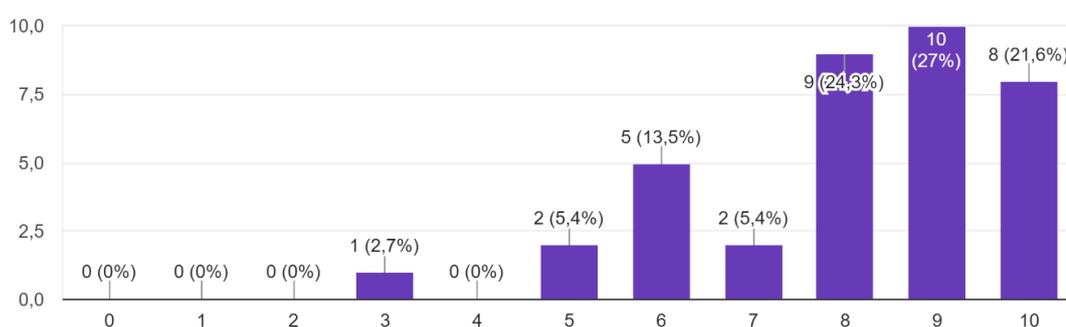


Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Na questão 9 (Gráfico 8), a indagação é em que nível o conhecimento em Segurança e Saúde influencia no desenvolvimento dos projetos de engenharia e arquitetura. Neste caso os profissionais responderam como segue: somente 2,7% entendiam que este conhecimento pouco

influenciava no desenvolvimento dos projetos, 18,9% consideravam uma influência média e 78,4% consideram o impacto do conhecimento em SST, de grande ou alto no desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura. Em outras palavras, os respondentes destacam em sua avaliação que o conhecimento em SST possibilita ao desenvolvimento do projeto algo pensado no sentido de gerar resultados satisfatórios quanto o aumento de segurança dos colaboradores.

Gráfico 8 – Questão 9 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Em uma quarta etapa, a pesquisa (Apêndice B) buscou identificar junto aos profissionais da área, qual seria o melhor momento para trabalhar de modo colaborativo e simultâneo ao desenvolvimento dos projetos, gerando um impacto mais significativo (Gráfico 9). Dessa forma, 43,2% entendem que as informações de SST devem ser discutidas já nos estudos preliminares (análise dos parâmetros legais, definição de sistema construtivo e conceito da edificação), 29,7% entendem que o melhor momento para que haja a inserção dos conhecimentos associados a Segurança e Saúde no desenvolvimento dos projetos é no anteprojeto (definição de croquis, apresentação de volumetrias, implantação, lançamento da concepção estrutural, definição de passagens de instalações, entre outros). Ou seja, 72,9% entendem que é representativo, e que causa um impacto maior, nos estágios iniciais dos projetos.

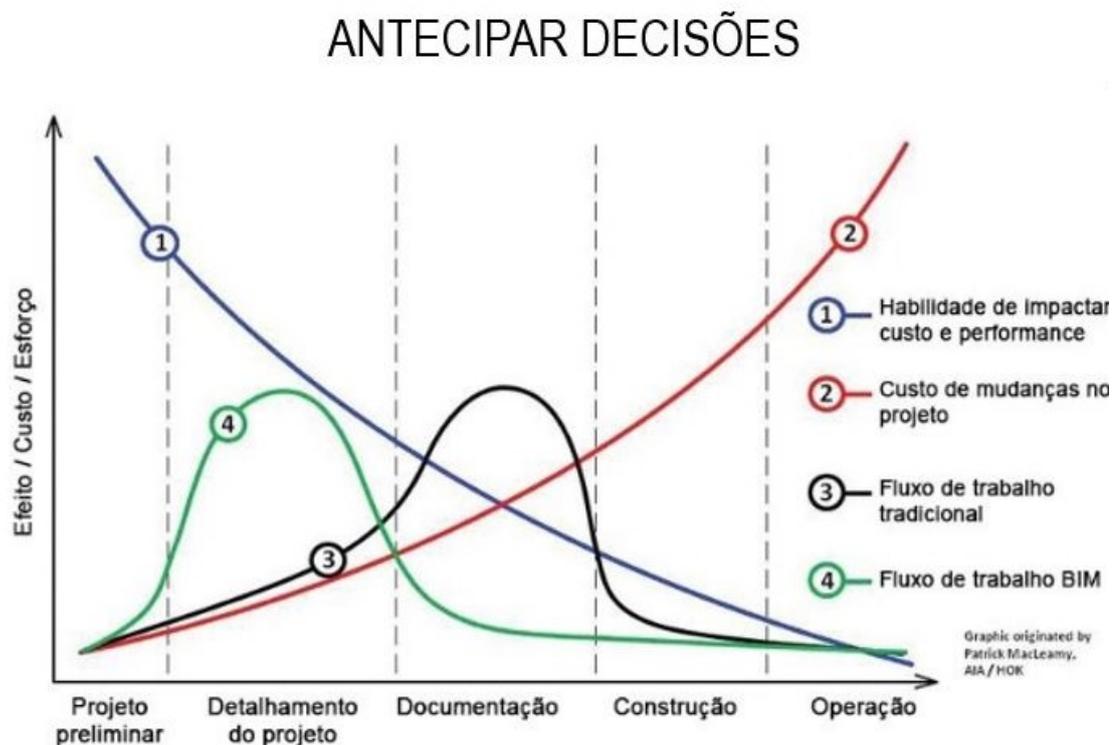
Gráfico 9 – Questão 10 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Se levarmos em consideração a mudança de paradigma que é realizada na comparação do processo de elaboração de projetos tradicional para a Modelagem BIM, a consulta junto aos profissionais segue uma lógica que vai de acordo com as curvas conceituais de Esforço x Etapa de Projetos (Figura 5).

Figura 6 – Relação de Efeito / Custo / Esforço x Etapa do Projeto



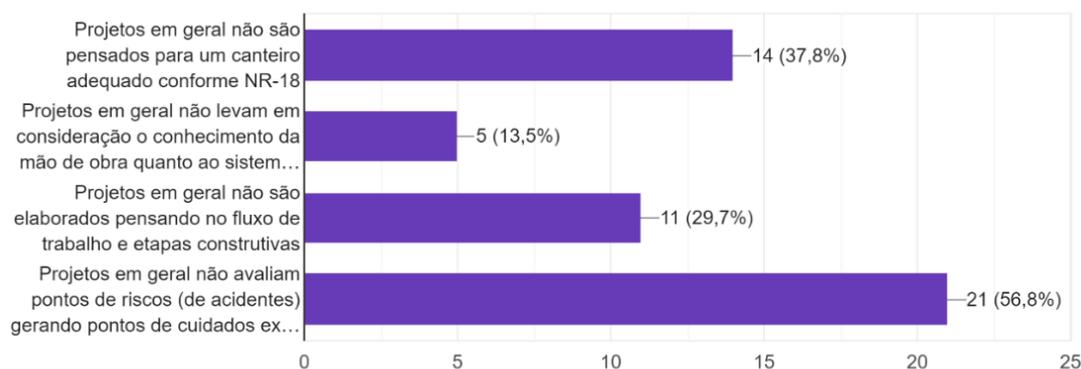
Extraído de: Eastman (2014) elaborado por Patrick Macheamy.

Na Figura 5 é possível perceber dois pontos bastante representativos para esta análise. Na curva 1 – Habilidade de impactar custo e performance, os pontos de maior efeito são durante a etapa de projeto preliminar, ou seja, estudos preliminares e anteprojeto, indo de acordo com as declarações dos respondentes na pesquisa. Apesar de que na fase de Detalhamento do Projeto ainda apresentar bastante relevância, o *Roadmap* BIM (curva 4 da Figura 5) apresenta seu pico, portanto é um momento que os projetistas certamente não estariam envolvidos de modo satisfatório na discussão e tomadas de decisão relacionadas ao SST.

Na quinta etapa da pesquisa junto aos profissionais, buscou-se entender quais seriam as dificuldades encontradas para o desenvolvimento dos planejamentos de SST em decorrência dos projetos e o impacto de um consultor da área de Segurança e Saúde pode colaborar no desenvolvimento dos Projetos Seguros.

Na questão relacionada às dificuldades para desenvolver um planejamento adequado de SST (Gráfico 10), 56,8% dos profissionais os Projetos de Engenharia e Arquitetura, em geral, não avaliam pontos de riscos de acidentes que gerariam pontos de cuidados extras. Para 37,8%, os Projetos de Engenharia e Arquitetura não são pensados na disposição do canteiro de obras, dificultando neste caso a disposição de elementos obrigatórios previstos na NR-18. Já para 29,7% dos pesquisados, os projetos, em geral, não são pensados no *roadmap* relacionados as etapas construtivas, que demandam de forma diferente elementos de SST previstos na NR-18.

Gráfico 10 – Questão 11 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos

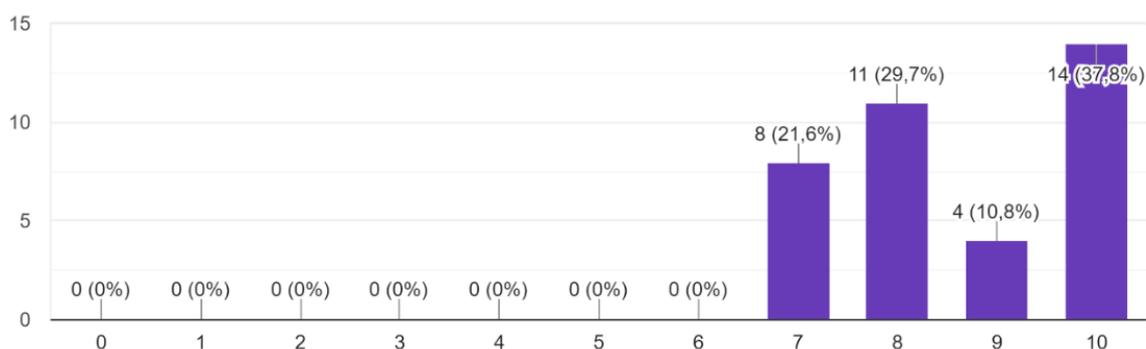


Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Por fim, na questão relacionada ao impacto que um consultor da área de SST poderia gerar ao trabalhar colaborativamente no desenvolvimento de Projetos, os respondentes que apontam em um nível alto ou grande representatividade (escala de 7 para cima) é de 100% (Gráfico 11). Ou seja, todos os respondentes entendem que é fundamental a presença de um

profissional com conhecimento da área de SST para que os projetos sejam desenvolvidos com pensamento seguro (Projeto Seguro), indo de acordo com o que foi colocado por Kamardeen (2010).

Gráfico 11 – Questão 12 da pesquisa com profissionais de SST e Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

4.3 PROPOSTA DO *ROADMAP*

Segundo Eastman (2014), o processo BIM demanda que quatro grupos de pessoas estejam envolvidos para que o modelo seja representativo e adequado às necessidades da obra. São eles, o Investidor (proprietário ou investidor), Projetistas (engenheiros e arquitetos), Construtora (responsável pela execução e logística da obra) e Fornecedores (tanto para fabricação, quanto para fornecimento de elementos para compor o modelo).

Desta forma, um *roadmap* básico para atender as demandas do desenvolvimento de um projeto por meio do processo BIM deve apresentar algumas etapas, que trabalham entre os grupos para desenvolvimento do Modelo.

Todo e qualquer projeto deve ser iniciado por meio do vislumbre tanto para um empreendimento como investimento (investidor) quanto como um sonho (proprietário) – item 1 no *roadmap* (Figura 6). Estes por sua vez apresentam ao arquiteto ou engenheiro responsável pelo projeto arquitetônico um programa de necessidades – item 2 no *roadmap* (Figura 6). Na sequência é transformado em um estudo preliminar conceitual – item 3 no *roadmap* (Figura 6).

Com este estudo conceitual, no processo BIM, os profissionais envolvidos nos projetos complementares (estrutural e instalações) e da construção já devem ser consultados e com isso

apresentar um relatório de adequações ao modelo conceitual, conforme o programa de necessidade e de otimização de recursos – item 4 no *roadmap* (Figura 6).

Com os dados ajustados entre o modelo conceitual, projetistas e construtora, é então repassado ao coordenador de projetos para que ele desenvolva um planejamento do fluxo de informações para o Modelo BIM. Dentre as informações nesta etapa o coordenador trabalhará prazos, formatos de arquivos, disponibilidade de objetos, softwares de compatibilização, entre outros – item 5 no *roadmap* (Figura 6).

Assim, o coordenador dispara ao arquiteto a demanda de criação do Modelo BIM Arquitetônico – item 6 no *roadmap* (Figura 6); que na sequência é disponibilizado aos projetistas complementares, que também trabalham com Modelos BIM conforme a sua disciplina – item 7 no *roadmap* (Figura 6). Com o desenvolvimento do Modelo BIM Arquitetônico e os complementares, é encaminhado ao coordenador para que ele faça a junção destes gerando o Modelo BIM interdisciplinar, onde é estabelecido a interoperabilidade das disciplinas. Após análise da equipe de coordenação é informado a disponibilidade para todos os envolvidos de um Modelo BIM atualizado que será trabalhado as interferências – item 8 no *roadmap* (Figura 6).

Após as análises de interferências, o *roadmap* do processo BIM sofre um ponto de verificação, onde, caso não haja interferências, o processo continua no desenvolvimento do Modelo BIM quanto as questões de custos. Caso haja interferências o processo caminha para adequação do Modelo BIM Arquitetônico – item 9 no *roadmap* (Figura 6) e depois os complementares – item 10 no *roadmap* (Figura 6), até que as interferências sejam sanadas e então seguir para o Modelo BIM Custos – item 11 no *roadmap* (Figura 6).

Inseridas as informações em decorrência dos quantitativos e custos do empreendimento é passado para a etapa do Modelo BIM Cronograma, onde é inserido no Modelo informações relacionadas as etapas construtivas e gerando então o Cronograma Físico – Financeiro – item 12 no *roadmap* (Figura 6). Definindo esta etapa, é necessário a última validação do proprietário/investidor para que então se passe para as etapas de finalização de Modelo BIM Arquitetônico – item 13 no *roadmap* (Figura 6) e Complementares – item 14 no *roadmap* (Figura 6), gerando na sequência os documentos necessários para negociações e aprovação junto as Agências Reguladoras (Órgãos Responsáveis). Caso não haja aprovação imediata é necessário ainda adequar o Modelo BIM Arquitetônico e Complementares, até que seja aprovado para que o Modelo Geral seja representativo do que será executado.

A partir da etapa de aprovação pelas Agências – item 15 no *roadmap* (Figura 6) e o Modelo BIM atualizado – item 16 no *roadmap* (Figura 6), este é disponibilizado à construtora

para preparativos da execução da obra. Alguns detalhes específicos para execução que não estejam no Modelo devem ser informados ao Coordenador para que possa tomar medidas e solicitar demandas aos projetistas nas informações a obra – item 17 no *roadmap* (Figura 6).

Estas informações também são apresentadas aos fornecedores para que as demandas que virão prontas das fábricas sejam elaboradas conforme o Modelo – item 18 no *roadmap* (Figura 6).

Com o planejamento feito, o investidor/proprietário deve acompanhar as etapas para que as medições dos serviços estejam de acordo com o contratado – item 19 no *roadmap* (Figura 6).

Por fim, quaisquer adequações que vierem da obra devem ser justificadas e adequadas ao Modelo para que ao final seja apresentado uma versão do Modelo BIM *as Built* (representação do que foi executado) – item 20 e 21 no *roadmap* (Figura 6).

Com o *roadmap* detalhado, o levantamento feito na pesquisa apontou que a atuação dos profissionais da área de SST para elaborar um Projeto Seguro deve estar concentrado nas etapas iniciais (Estudos Preliminares e Anteprojeto), conforme apresentado no item 4.2. Na etapa de Estudos Preliminares, na elaboração dos projetos por meio do processo BIM é possível identificar tanto no desenvolvimento do Modelo Conceitual, quanto nos relatórios de retorno desenvolvidos pelos projetistas e construtora.

Na fase de Anteprojeto, o envolvimento do profissional de SST deve ser atuante na criação dos Modelos BIM Arquitetônico e Complementares, sendo destacado tanto no que foi apontado pela consulta aos profissionais, quanto o Fluxograma conceitual de Kamardeen (2010).

Kamardeen (2010) acrescenta que haja a necessidade de realimentação das informações aos Modelos BIM quanto SST. Desta maneira destaca-se no *roadmap* proposto (Figura 6), na fase de Detalhamento, onde é trabalhado os ajustes dos Modelos BIM Arquitetônico e Complementares, ou seja, onde é adequado e inserido novas informações ao Modelo BIM.

Por fim, Kamardeen (2010), em seu fluxograma conceitual (Figura 04), sugere que as informações sejam direcionadas para o canteiro, apresentando neste caso uma solução para o risco apresentado nos projetos ou pelo menos a apresentação de adequações que possam minimizar os riscos apresentados.

Para uma melhor compreensão da proposta do fluxograma de trabalho para projetos PtD, entende-se a necessidade da apresentação de um exemplo ilustrativo, onde, dentro das etapas que sofrem influência dos profissionais de SST, haja um aprofundamento do assunto.

Dessa forma, será adotado como um projeto exemplo, um condomínio de duas torres semelhantes, com 25 pavimentos cada, de alto padrão. Onde o pavimento térreo é, dentro dos limites legais, utilizado em sua totalidade para áreas de lazer tipo clube (salões de festas, churrasqueiras, salão de jogos, quadra poliesportiva, piscinas, entre outros). Além disso, é dotado de três pavimentos subsolo para garagens.

Este descritivo inclusive é, em parte, o programa de necessidades apresentado pelo investidor. Ou seja, neste momento o profissional de SST já deve ter ao menos levantado, mesmo que mentalmente, alguns pontos de riscos e cuidados, mesmo que nenhum Projeto Conceitual tenha sido apresentado. Por exemplo, pontos como utilização de 3 subsolos, provavelmente haverá necessidade de uma contenção de grande vulto, a profundidade de fundações, e a altura das torres já irão influenciar em um nível de cuidado bastante representativo. Portanto, neste ponto o profissional de SST tem mais um papel de ouvinte e preparador das necessidades futuras do que propriamente um consultor ou tomador de decisão.

Ao partir para um projeto conceitual, o profissional de SST estará ligado ao profissional que desenvolverá o projeto arquitetônico. Aqui, ele já começa a trabalhar como um consultor. No estudo conceitual já é apresentado aos projetistas algumas informações, como a topografia do terreno (impactando no nível de contenção ou preparação do terreno para receber o canteiro de obras) e infraestrutura básica da região (redes hidráulicas, elétrica, esgoto, outros elementos). Além disso, o projetista nesta etapa já trabalha a volumetria da edificação, assim o profissional de SST já pode trabalhar soluções que impactem ou solicitem menos ações na edificação, como por exemplo, volumes em balanço ou fachadas negativas, quanto ao terreno, avaliar questões como risco de desabamento caso haja acentuadas inclinações; quanto a infraestrutura, são pré-requisitos que a NR-18 exige para que haja condições mínimas de conforto aos trabalhadores.

Assim que é finalizado esta etapa conceitual, a proposta do fluxograma de trabalho de Modelagem BIM deve ser fornecida já aos projetistas complementares, para que eles já façam as devidas considerações e adequações ao Conceito. Assim, por exemplo, qual seria o tipo de estrutura? Concreto, Aço, Alvenaria Estrutural? Cada solução (estrutura) há uma particularidade e necessidades pontuais que influenciam na decisão do profissional de SST. Portanto, a atuação dele junto a este profissional também é de consultor, pois dependendo da necessidade de alguma solução técnica, esta pode ser inviabilizada pela quantidade de itens necessários de segurança. No caso das instalações (hidráulica, elétrica e incêndio) é principalmente de prevenção, preparando a infraestrutura tanto do Conceito quanto do canteiro de obras.

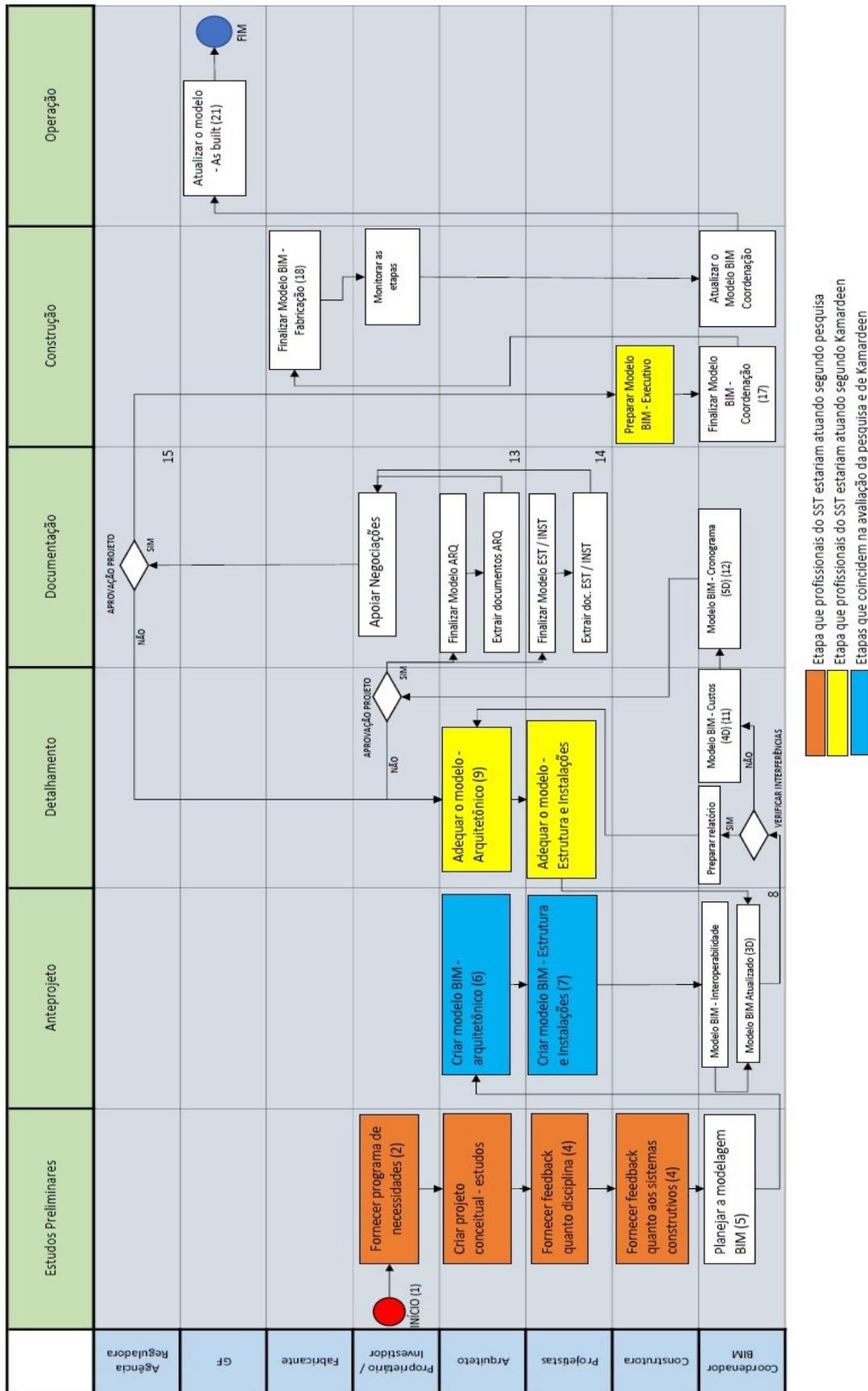
Na mesma sequência, o profissional também atuará junto a construtora, que entre os responsáveis é o que tem maior interesse nas soluções do SST, tanto pelo viés econômico quanto da segurança dos colaboradores. Assim, o retorno da construtora para o projetista do Conceito quanto às demandas da construção, principalmente associadas aos elementos de SST é considerável a ponto de modificar substancialmente o Conceito.

Após os retornos e validação do projeto conceito, o profissional de SST retorna suas ações quando o projeto arquitetônico estiver em lançamento do Modelo BIM Arquitetônico. Neste ponto, já trabalhando como consultor (apresentando soluções que garantam maior segurança) e planejador (para o momento da execução). Importante ressaltar que até o momento este profissional de SST ainda não tem o PGR da NR-18 finalizado, ele está, neste momento, absorvendo dados e apresentando soluções. E, de modo semelhante ele atuará junto aos projetistas de estrutura e de instalações, no desenvolvimento dos Modelo BIM Estrutural e Instalações.

Este processo de modelagem apresenta um tempo bastante significativo, até que a Modelagem BIM garantida pelo Coordenador de projeto se apresente compatibilizado e pronto para questões de planejamento do custo e cronograma da obra, tramitação junto as agências e órgãos responsáveis, alvarás etc.

Ultrapassada esta etapa, se pode entender que o próximo passo é a execução, portanto o Coordenador de BIM estará desenvolvendo um Modelo BIM Execução, neste modelo constam os elementos e objetos parametrizáveis relacionados aos SST (canteiro de obras, equipamento de proteção coletiva, equipamento de trabalho – guias, guinchos, tratores, caminhões etc.), como parte integrante do PGR da obra, finalizando assim, por enquanto, a etapa de planejamento, partindo então para o acompanhamento junto a execução.

Figura 7 – Roadmap Proposto para Elaboração de Projetos Seguros (PtD)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de pesquisa.

4.4 PAINEL COM ESPECIALISTAS

O objetivo deste painel é analisar sob o ponto de vista de especialistas, o *roadmap* proposto pelo estudo, quanto a aplicabilidade representativa como ferramenta de desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD).

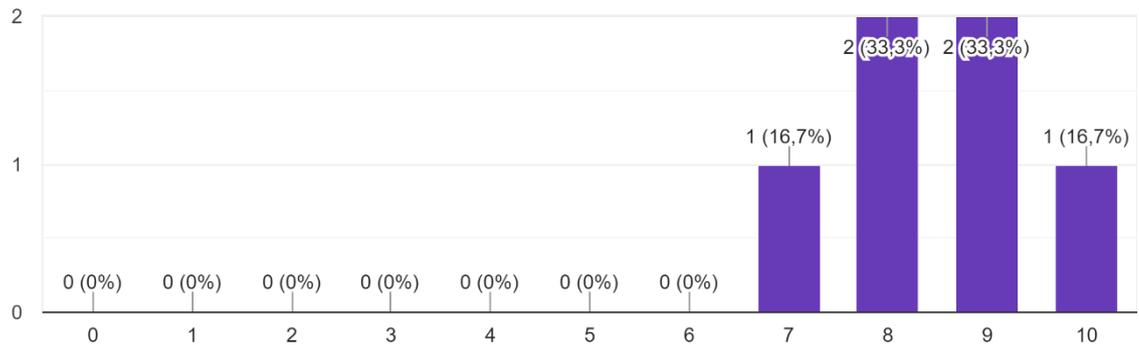
A pesquisa juntos aos especialistas se deu no período de 18 de maio de 2021 até 25 de maio de 2021, com 6 respondentes dos quais (questão 1) 83,3% dos consultados atuam exclusivamente na área de SST, o que proporciona uma visão complementar ao pesquisado com os profissionais em geral, o que colaborou com o desenvolvimento da proposta de *Roadmap*. Dos respondentes, 16,7% atuam de modo simultâneo nas áreas de SST e Gestão de Projetos, e o restante atua em outras áreas (eletricista).

Quanto a formação base (questão 2), apresentou resultados bastante heterogêneos (engenharia civil, mecânica, agrônoma, elétrica e segurança), trazendo à pesquisa uma visão bastante holística pelas formações, porém com todos atuando na área de Segurança e Saúde. Além disso, para finalizar o perfil dos profissionais consultados, foi questionado o tempo de atuação (questão 3), onde 66,7% atuam a mais de 10 anos da área, 16,7% entre 5 e 10 anos e 16,7% menos que 5 anos.

Na questão 4 da pesquisa com os especialistas, 50% consideram que as ações voltadas ao Planejamento de SST devem iniciar já nos estudos preliminares e evoluir até o anteprojeto, já outros 50% consideram que as ações devem iniciar no anteprojeto e que também apresentam impacto na fase de detalhamento dos projetos.

Já na questão 5, foi questionado aos especialistas quanto a representatividade do *Roadmap* proposto para o desenvolvimento do Planejamento do SST, considerando a escala de 0 a 3, para pouco impacto, entre 4 e 6 de médio impacto e de 7 para cima de alto impacto. Desta maneira, conforme observado no Gráfico 12, 100% dos respondentes entendem que o *Roadmap* proposto é sim representativo para o SST.

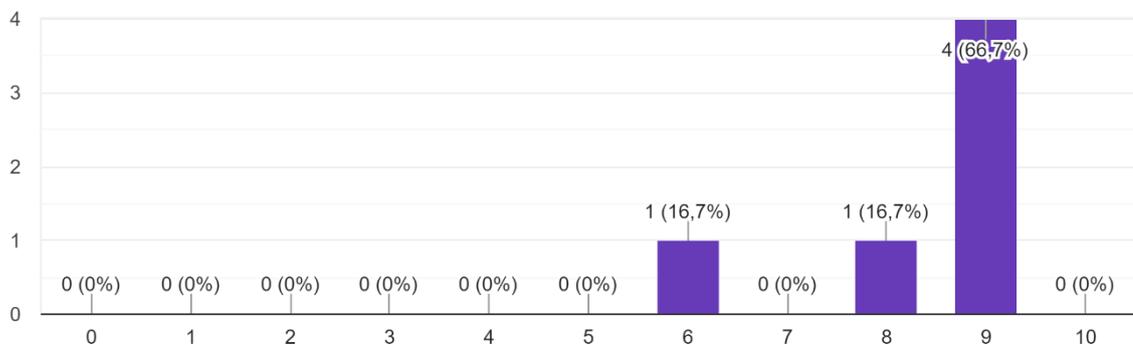
Gráfico 12 – Pesquisa com especialistas



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Na mesma linha e com mesma escala para avaliação da questão anterior, a questão 6 buscou entender a representatividade para desenvolvimento de Projeto Seguro (PtD) onde 100% dos respondentes declaram uma escala de alta representatividade, tornando-se satisfatório para os especialistas quanto a proposta do *Roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD).

Gráfico 13 – Projeto Seguro (PtD)



Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Google Forms.

Já nas questões 7, 8 e 9 buscou-se através da pesquisa deixar um campo aberto aos especialistas para sugerirem críticas, melhorias e limitações ao *Roadmap* proposto. De modo resumido, os especialistas destacam a preocupação em alocar profissionais de SST diretamente nos projetos, visto que já tem demandas associadas à fase de execução e criação de canteiro. Contudo, é exatamente neste ponto que o estudo vem colaborar, minimizando as demandas de canteiro, ocorrendo o planejamento do projeto e etapas construtivas, diminuindo as decisões que seriam tomadas sem avaliações e análises prévias.

Quanto ao destaque positivo, os especialistas entendem que a proposta agiliza o processo para desenvolvimento de Projetos Seguros, considerando as questões de planejamento e trabalho em equipe, e principalmente que as atuações podem representar benefícios aos trabalhadores.

Quanto às limitações, os especialistas colocam a preocupação quanto ao nível de quem seria consultado na área de SST em relação ao desenvolvimento do projeto. Foi observado que por mais que a ferramenta seja satisfatória, ela permite profissionais com baixa experiência atuarem nas ações iniciais, e em alguns casos podem não ser tão representativo nas tomadas de decisão do projeto.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado na Metodologia do estudo, houve o levantamento das informações associadas ao mapeamento da NR-18 quanto aos itens que poderiam ser abordados e trabalhados dentro de um modelo BIM, em que dos 408 itens analisados aproximadamente 40% são possíveis de manipulação no modelo, e os demais que são basicamente relacionados a documentação e treinamento ficando alocados junto ao PGR.

Além disso, foi proposto que se consultasse os profissionais gerais (projetistas e SST) quanto à forma que poderiam atuar simultaneamente e qual o impacto desta relação no desenvolvimento de Projetos Seguros. Com os resultados foi possível desenvolver uma proposta de *Roadmap* para desenvolvimento dos Projetos Seguros (PtD).

Para que o estudo apresentasse maior robustez também foi consultado um grupo de especialistas para analisar sob o ponto de vista deles se o *roadmap* proposto pelo estudo quanto a aplicabilidade representativa como ferramenta de desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD). No qual dentre sugestões apresentadas 100% dos consultados entendem ser uma ferramenta adequada e que possibilitaria melhorias no desenvolvimento de Projetos Seguros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as contribuições, as dificuldades e limitações da pesquisa, bem como propostas de futuros estudos.

5.1 CONTRIBUIÇÕES

O assunto sobre Segurança e Saúde no Trabalho, de modo geral, é bastante explorado em estudos e pesquisas, justificado principalmente por se tratar de ações que estão diretamente associadas a integridade física daqueles que estão envolvidos. Desta maneira, segundo Martinez-Aires, Lopez-Alonso e Martinez-Rojas (2018), mesmo com alguns avanços, ainda se destacam negativamente as estatísticas da construção civil com relação a Saúde e Segurança dos Trabalhadores (SST). Neste sentido, as autoras colocam que há a necessidade do planejamento da segurança ao longo do ciclo de vida da edificação, desde a elaboração do projeto até a manutenção. Nesta linha, uma das opções que está avançando seus estudos é com relação a utilização de processo de *Building Information Modeling* (BIM).

Mesmo com este potencial destacado e implantação da Estratégia BIM BR (Decreto Federal nº 9.983 de 2019) que tem a finalidade de criar um comitê gestor da estratégia de disseminação do processo BIM, desenvolvido por cinco vertentes: finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas. Dentre os resultados esperados em âmbito nacional referente a Estratégia BIM BR, não se encontra nada relacionado as áreas de SST.

Contrapondo a Estratégia BIM BR, Martinez-Aires, Lopez-Alonso e Martinez-Rojas (2018) afirmam que a aplicação do BIM está experimentando um rápido crescimento nas operações das construções, planejamento e gerenciamento, inclusive aqueles associados as questões de segurança e saúde no trabalho. Este fato leva a uma expectativa de como é abordado o tema e principalmente gera melhores resultados tanto na eficiência quanto na segurança dos usuários.

Neste sentido, Kamardeen (2010) destaca que há muito tempo se estuda e evidencia que os riscos podem ser diagnosticados já na fase de projetos, o que tornar muito mais eficiente eliminá-los na fonte, ou seja, a Prevenção através do Projeto (PtD). Porém, como o próprio autor informa, as ferramentas que traçam esta ligação entre a segurança e projetos não são satisfatórias, e é onde entra a área de *Building Information Modeling* (BIM). E, com isso o autor destaca que o conceito de “Projeto Seguro” depende dos projetistas para realizar uma avaliação de risco completa de cada componente do projeto da instalação. Isso requer integração e conhecimento do processo de construção do projeto.

Desta forma, a pesquisa propôs o desenvolvimento de um *roadmap* para desenvolvimento de Projetos Seguros (PtD), na área de construção civil, relacionando o planejamento de segurança e saúde no trabalho (SST), através do PGR da NR-18 e projetos elaborados pelo processo BIM (Figura 18).

Para isso, a pesquisa levantou informações de artigos relacionadas ao desenvolvimento de projetos desenvolvidos pelo processo BIM e o detalhamento da NR-18, principalmente quanto a elaboração do PGR, que é a ferramenta prevista para o desenvolvimento do planejamento da área de SST. Neste sentido, a ideia é integrar de forma mútua objetos que poderiam ser integrados no Modelo BIM trazendo o conhecimento da área dentro dos projetos, ou seja, elaboração de Projetos Seguros (PtD).

Na pesquisa, foi trabalhado um mapeamento de 408 itens da NR-18, avaliando por meio das características que poderiam ser objetos parametrizáveis, requisito básico para que seja um elemento do Modelo BIM. Destes, 39,95% (Tabela 01) seriam possíveis de atribuir ao Modelo BIM, conforme detalhado no Apêndice A. Os demais itens estão relacionados mais ao desenvolvimento da tarefa, portanto ao ato de fazer (ação) e não ao objeto.

Ao estabelecer que há itens que poderiam estar mutuamente relacionados na NR-18 e no Modelo BIM, a pesquisa buscou entender qual seria o comportamento prático dos profissionais no desenvolvimento de projetos e planejamento do PGR, para que então fosse possível propor um *roadmap* representativo. A pesquisa contou com 37 respondentes no período de 26 de abril de 2021 a 08 de maio de 2021.

Na pesquisa junto aos profissionais em geral, o perfil médio encontrado foi que a maioria dos respondentes eram projetistas (68,6% exclusivamente e mais 11,4% que trabalham também com SST), o que torna interessante a perspectiva, visto que seriam eles o que mais sofreriam influência de agente externo, no caso o profissional de SST, podendo gerar um descontentamento na dinâmica da sua atividade. Além disso, a formação técnica básica predominante é de graduados em Engenharia Civil (62,9%), com boa experiência profissional,

sendo que 77,1% declararam acima de 5 anos de atuação, e atuantes em todas as regiões do Brasil, predominando região Sul, com 65,7% dos consultados.

O questionário buscou levantar informações associadas aos conhecimentos dos profissionais. Dentre as questões, a pesquisa questionou quanto ao conhecimento associado ao planejamento de SST, onde foi declarado de médio (45,7%) a alto (42,9%). Já a questão relacionada a conhecimento de projetos em processo BIM, o declarado foi alto por 65,7% dos respondentes. Quando perguntados sobre o conhecimento de Projeto Seguro, os consultados declararam um conhecimento de baixo (37,1%) a médio (48,6%), o que justifica a elaboração do fluxograma de trabalho proposto no estudo, relacionando as disciplinas e possibilitando a interação de informações e conhecimentos entre os profissionais envolvidos, que por consequência melhorar o planejamento do SST nas obras que resulta em melhores indicadores relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores.

A pesquisa avançou em questionamentos que buscavam identificar qual era a perspectiva dos profissionais quanto a influência das disciplinas em atuações simultâneas. Quando questionados sobre o impacto que os projetos poderiam exercer sobre o planejamento de SST, 85,7% consideram alto. E que para 80,0% dos respondentes, o conhecimento em SST poderia ajudar na elaboração de projetos de engenharia e arquitetura, principalmente pois ajudaria a entender pontos de riscos extras que seriam gerados pela concepção do projeto, bem como auxiliaria no pensamento do canteiro de obras, melhorando o *roadmap* e diminuição de riscos de acidentes.

Além disso, os respondentes declararam que as discussões sobre soluções de Segurança e Saúde no Trabalho no desenvolvimento dos projetos, ou seja, discussão para elaborar Projetos Seguros, deveriam ser nos Estudos Preliminares (45,7%) e Anteprojeto (28,6%). E, por fim, os profissionais entendem que para desenvolvimento de Projetos Seguro é fundamental a presença de um consultor técnico na área de SST, sendo que 100% dos respondentes declaram uma influência alta.

Dentre os limitantes apresentados pelos respondentes, a imprevisibilidade em decorrência do material humano (cultura, situação emocional, relação entre os parceiros de trabalho, entre outros), por mais que seja planejado ainda seria um fator predominante. Outro ponto destacado seria quanto aos custos da elaboração do processo. Neste caso, a pesquisa entende que o custo é considerado irrelevante, visto que ambos os profissionais atuantes (SST e Projetistas), bem como as ferramentas utilizadas, já são obrigatórios para atuação da profissão e para garantias satisfatórias no canteiro de obras, assim a proposta entre outros pontos, buscou

otimizar os recursos e propor por meio da organização de informações melhoria das soluções de segurança pura e simplesmente através de uma mudança cultural dos profissionais.

Assim o estudo buscou por meio de referências propor um *roadmap* detalhado para desenvolvimento de Projetos Seguros pelo processo BIM, e com o levantamento feito na pesquisa obter informações práticas de como se daria a atuação dos profissionais tanto de projetos quanto de SST neste processo. Deste modo, como a atuação dos profissionais da área de SST para elaborar um Projeto Seguro deve estar concentrada nas etapas iniciais (Estudos Preliminares e Anteprojeto), conforme apresentado no item 4.2. Na etapa de Estudos Preliminares, na elaboração dos projetos por meio do processo BIM é possível identificar tanto no desenvolvimento do Modelo Conceitual do empreendimento, quanto nos relatórios de retorno desenvolvidos pelos projetistas e construtora.

Já na fase de Anteprojeto, o envolvimento do profissional de SST deve ser atuante na criação dos Modelos BIM Arquitetônico e Complementares, sendo destacado tanto no que foi apontado pela consulta aos profissionais em geral, quanto o Fluxograma conceitual de Kamardeen (2010). O autor ainda acrescenta que há a necessidade de realimentação das informações aos Modelos BIM quanto SST. Desta maneira destaca-se no fluxograma da Figura 18, na fase de Detalhamento, onde é trabalhado os ajustes dos Modelos BIM Arquitetônico e Complementares, ou seja, onde é adequado e inserido novas informações ao Modelo BIM. Kamardeen (2010), em seu fluxograma conceitual (Figura 4), sugere que as informações sejam já direcionadas para o canteiro, apresentando neste caso uma solução para o risco apresentado nos projetos ou pelo menos a apresentação de adequações que possam minimizar os riscos apresentados.

Por fim, na pesquisa tomou-se o cuidado de consultar especialistas para entender se a proposta, apesar de ter sido elaborada sobre a perspectivas dos profissionais atuantes, apresenta relevância e impacto como ferramenta no desenvolvimento de Projetos Seguros. Conforme apresentado no item 4.4 da pesquisa, os profissionais pontuam alguns destaques, como o caso de conhecimento técnico (experiência dos profissionais atuantes) e aumento de demanda dos profissionais de SST (que tem o canteiro como principal local de atuação), mas de modo positivo para 100% dos especialistas, o *Roadmap* proposto é uma ferramenta satisfatória quanto ao Planejamento do SST e para elaboração de Projetos Seguros (PtD).

5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES

De modo geral, o estudo se apresentou de modo satisfatório, porém, entre as limitações encontradas destacam-se os poucos estudos associados à integração de Segurança e Saúde no Trabalho e o desenvolvimento de projetos pelo processo BIM, principalmente que tenham apresentadas aplicações práticas; além disso, parece bem claro o potencial dos estudos nesta área, mas a pouca gama de profissionais que trabalham com este tipo de processo estabelece um público para avaliações e análise bastante limitado. Além disso, o tamanho da amostra, representado pelos participantes da pesquisa com 37 respondentes, trata-se de um sinalizador, porém não permitindo na pesquisa, conclusões determinísticas e inquestionáveis.

Por outro lado, o mercado (construtora e investidores) em geral está sinalizando interesse, mesmo que relativamente lento, por este tipo de tecnologia e processo. Dessa forma, para os próximos períodos, certamente haverá dados mais robustos validando ou não as informações encontradas neste estudo.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

Considerando o potencial de parametrização e detalhamento dos projetos BIM, bem como a vinculação de informações voltadas ao SST, novos trabalhos realizando uma análise quantitativa simulatória dos riscos envolvidos pela caracterização da edificação, como por exemplo sistemas construtivos, tamanho da edificação e equipamentos envolvidos poderiam colaborar em soluções protocolares, otimizando as decisões de Segurança e Saúde no Trabalho.

Outra sugestão também relacionada ao potencial dos projetos por meio de processo BIM e a inserção de objetos relacionados à Segurança e Saúde, principalmente a relação entre os dois trabalhos pode ser melhorada, demonstrando o desconhecimento dos profissionais na utilização do BIM 8D e como uma proposta de um *roadmap* poderia aumentar a sua utilização, visto que seus benefícios, já são comprovados pela literatura, a dimensão de Manutenções (7D), é estender as informações das construções para grupos de edificações (condomínios, bairros, cidades) e com isso propor uma sistematização de planos de contingenciamento relacionado a Segurança e Saúde, já em fase de ocupação.

REFERÊNCIAS

ALTMAN N., KRZYWINSKI M., (2015). **Points of Significance**: Simple linear regression. *Nature Methods*, v.12, n.11, p.999-1000.

ARNAL, Ignasi Pérez. **Why don't we start at the beginning?** The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction, BIM News Last trends of the AECO sector, BIM Community, 2018.

ÁVILA, J. B. C. & CASTRO, M. C., 1998. **Metodologia para Cálculo de Indicadores de Acidente de Trabalho e Critérios para Avaliação do Enquadramento dos Ramos de Atividade Econômica por Grau de Risco**. Brasília, DF: Ministério da Previdência e Assistência Social, 1996.

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)**.

BRASIL. **Decreto-lei nº 5.452, de 1 de maio de 1943**. Aprova a consolidação das leis do trabalho. Lex: coletânea de legislação: edição federal, São Paulo, v. 7, 1943.

BRASIL. **Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm#:~:text=DECRETA%20%3A,e%20sua%20difus%C3%A3o%20no%20Pa%C3%ADs.

BRASIL. **Decreto nº 9983, de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm

BRASIL: **Lei 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios de Previdência social e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho: AEAT 2017**. Brasília: Ministério da Fazenda, 2017.

BRASIL. **Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, jun. 1978.

CANCIAM C. A. Estimativa do coeficiente de expansão térmica da gema de ovo líquida. In: **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v.13, n.1, p.582-588. (2015).

CBIC, 2019: **Segurança e saúde na indústria da construção**: prevenção e inovação

COOKE, T.; LINGARD, H.; BLISMAS, N.; STRANIERI, A. ToolSHeDTM: the development and evaluation of a decision support tool for health and safety in construction design. In: **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2008, v.15, n.4, p.336-351. Descritores em Ciências da Saúde [homepage na internet]. Consulta ao DeCS. Acesso em maio de 2018. Disponível em www.decs.bvs.br.

DENG, L.; ZHONG, M.; LIAO, L.; PENG, L.; LAI, S.; (2019) Research on Safety Management Application of Dangerous Sources in Engineering Construction Based on BIM Technology. School of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K.; **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**; Porto Alegre : Bookman, 2014.

Endeavor [homepage na internet]. Acesso em setembro de 2021. Disponível em <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/roadmap/>.

FU, C.; AOUAD, G.; LEE, A.; MASHALL-PONTING, A.; WU, S.; (2006). IFC model viewer to support nD model application. In: **Automation in Construction**, Volume 15, Issue 2, March 2006, pp. 178-185.

FURST, P G. Prevention through design (safety in design). 2009. Disponível em: <http://www.buildsafe.org/confnews/2009/Proc/7e-prevention-design.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

HAYMAKER, J.; KUNZ, J.; SUTER, B.; FISCHER, M. Perspectives: composable, reusable reasoning modules to construct an engineering view from other engineering views. In: **Advanced Engineering Informatics**, vol. 18, issue 1, January 2004, pp. 49-67.

HINZE, J.; GAMBATASE, J. **Addressing construction worker safety in the project design**. Austin: The Construction Industry Institute, Washington, 1996.

IBRAHIM M., KRAWCZYK R., SCHIPPOREIT G. A web-based approach to transferring architectural information to the construction site based on the BIM object concept. In: CAADRIA 2004 Conference, Seoul, South Korea, 2004, pp. 1–10.

KAMARDEEN, I. **8D BIM Modelling Tool for Accident Prevention Through Design**. Faculty of Built Environment, University of New South Wales, NSW 2052, Australia.

LATIFFI, A. A., BRAHIM, J., MOHD, S., & FATHI, M. S. Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. In: *Applied Mechanics and Materials*, 773–774, 933–937, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.933>

LEE G., SACKS R., EASTMAN C. M. Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. In: **Automation in Construction**, Volume 15, Issue 6, November 2006, pp. 758-776.

MARTINEZ-AIRES, M.D.; LOPEZ-ALONSO, M.; MARTINEZ-ROJAS, M. **Building Information Modeling and safety management: A systematic review**, 2018.

Ministério da Fazenda. Secretaria de Previdência. **Consulta ao AEAT InfoLogo**. Acesso em maio de 2018. Disponível em <http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>.

Ministério da Fazenda. Secretaria de Previdência. **Consulta aos Dados Abertos – Saúde e Segurança do Trabalhador**. Acesso em maio de 2018. Disponível em <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/>.

Ministério da Saúde [homepage na internet]. Acesso em diversas datas. Disponível em www.saude.gov.br.

Ministério da Saúde. Datasus. **Consulta à CID-10**. Acesso em maio de 2018. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060203>.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Consulta ao Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho (PDET) e ao BI/MTE**. Acesso em diversas datas. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/caged>.

NEDERVEEN, G.A.van; TOLMAN, F.P. . Modelling multiple views on buildings Automation in Construction Volume 1, Issue 3, December 1992, pp. 215-224.

Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho [homepage na internet]. Acesso em outubro de 2018. Disponível em <https://observatoriosst.mpt.mp.br/>.

OLIVEIRA, A. L. F. **Acidentes de trajeto: impactos econômicos e tributários sobre as empresas do setor da construção civil**. Brasília: CBIC, 2016. (Texto para discussão).

OLIVEIRA, A.L.F. **Agenda legislativa da saúde em pauta – levantamento e análise das principais iniciativas existentes no âmbito do Poder Legislativo Federal e a sua relação com a agenda de desenvolvimento e fortalecimento da Ciência e Tecnologia (C&T) em saúde no Brasil**. Brasília: Documento Técnico Fiotec, 2015.

OLIVEIRA, A.L.F. Industrial Accident. In: **Korea Institute for Health and Social Affairs**. Social security system in selected countries n.4. Social security system in Brazil. Sejong: KIHASA & Nanam publishing house, 2018.

PENTTILÄ, H.; (2006). Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression, In: **ITCON 11** (Special Issue The Effects of CAD on Building Form and Design Quality), 2006, pp. 395–408.

PEREIRA FILHO, J. I. **Protocolo para Integração de Requisitos de Saúde e Segurança do Trabalho ao Processo de Desenvolvimento de Produto da Construção Civil (PISP)**. 2011. 228 f. Tese (doutorado em engenharia de produção) Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Portal Regional da BVS [homepage na internet]. Consulta ao Bireme. Acesso em maio de 2018. Disponível em <http://bvsalud.org/>.

RODRIGUES S. C. A.; (2012). **Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática), *Universidade da Beira Interior*, Covilhã.

SILVA J. P. B. C.; (2016). **Modelos de Regressão Linear e Logística utilizando o software R**. Dissertação (Mestrado em Estatística, Matemática e Computação), *Universidade Aberta*, Lisboa: UAB.

SmartLab [homepage na internet]. Acesso em diversas datas. Disponível em www.smartlabbr.org.

SMITH, P. **BIM implementation – global strategies**. In: **Creative Construction Conference, CC2014**, 2014, Procedia Engineering 85 (2014), pp. 482 – 492.

SOEIRO, A., MARTINS, J. P. P. **Aplicações recentes no uso de BIM na Segurança na Construção**. *Universidade do Porto – FEUP*, Porto, 2016.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. In: **Automation in Construction**, Volume 18, Issue 3, May 2009, pp. 357-375. [plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0054072](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054072)>. 2013.

GAMBATESE, J.; TOOLE, T.M.; BEHM, M. Prevention through Design Practice and Research: A Construction Industry Perspective. In: **Proceedings of CIB W99 International Conference 14th Rinker International Conference**, March, 2008.

YAMAMURA, S.; FAN, L.; SUZUKI, Y. Assessment of urban energy performance through integration of BIM and GIS for smart city planning. In: **International High- Performance Built Environment Conference – A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (SBE16)**, iHBE 2016.

YANG, Q. Z.; ZHANG, Y. Semantic interoperability in building design: Methods and tools. In : **Computer-Aided Design**, Volume 38, Issue 10, October 2006, pp. 1099-1112.

ZARGES, T.; GILES, B. Prevention through Design (PtD). In: **Journal of Safety Research**, 2008. v.39, n.2, p.123-126.

Zou, P, Yu, W and Sun, ACS. An investigation of the viability of assessment of safety risks at design of building facilities in Australia. In: **Proceedings of the CIB W099 Conference 2009**, 21-23 October, Melbourne, Australia, CD-ROM, CIB W099, Paper No 12.

APÊNDICE A – Mapeamento itens atribuídos ao Modelo BIM

DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS
Comunicação a DRT		X	Questões administrativas
Informações cadastrais: endereço da obra, tipo de obra, datas de início e conclusão, número máximo de trabalhadores	X		
Contemplar as exigências da NR-9 (PPRA)	X		Projeto do canteiro em BIM
Ele está no estabelecimento à disposição da DRT		X	Mural de comunicação
Elaboração e execução do PPRA por profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho	X		Caso o profissional não tenha conhecimento quanto a digitalização no modelo ele está presente como consultor e responsável. Sendo atribuído aos projetistas a atribuição de lançar os parâmetros ao modelo BIM.
O PGR deve possuir memorial sobre condições e meio ambiente nas atividades e operações, levando-se em consideração riscos de acidentes e de doenças e suas respectivas medidas preventivas	X		Informações que não estarão de maneira direta no modelo, mas através dos parâmetros e dimensões resultantes do memorial.
O PGR deve possuir projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas da execução da obra	X		Através de famílias específicas de proteções coletivas é atribuído aos projetos / modelo de execução os devidos equipamentos.
O PGR possui especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas	X		Através de famílias específicas de proteções coletivas é atribuído aos projetos / modelo de execução os devidos equipamentos.
O PGR possui cronograma de implantação das medidas preventivas	X		Entre as possibilidades do modelo BIM é atribuir

			condicionante de tempo (5D) e custo (4D).
Possui layout inicial do canteiro da obra, contemplando, inclusive, previsão do dimensionamento das áreas de vivência	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Possui programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, com sua carga horária		X	Deve ser contemplado no PGR, porém não seria atribuído ao modelo BIM.
O canteiro de obra possuir instalações sanitárias	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O canteiro de obra possuir instalações vestiário	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O canteiro de obra possuir local para refeições	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O canteiro de obra possuir ambulatório quando se tratar de frentes de trabalho com 50 ou mais trabalhadores	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As áreas de vivência são mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza?		X	Os parâmetros de conservação devem estar contidos no PGR e não no modelo BIM.
As instalações sanitárias são utilizadas para outros fins que não ao que se destinam		X	Os parâmetros de utilização devem estar contidos no PGR, porém não deve ser apresentado no modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem portas de acesso que impedem o devassamento	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem paredes de material resistente e lavável	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem pisos impermeáveis, laváveis e anti derrapante	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias estão separadas dos locais destinados às refeições	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias são separadas por sexo	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem ventilação e iluminação adequadas	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem instalações elétricas adequadamente protegidas	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
As instalações sanitárias possuem pé direito mínimo de 2,50 m	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.

As instalações sanitárias possuem lavatório, vaso sanitário e mictório na proporção de 01 conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. E relacionando com as etapas construtivas, havendo a possibilidade de trabalhar com sistemas flexíveis conforme a demanda.
As instalações sanitárias possuem um chuveiro para cada grupo de 10 trabalhadores ou fração	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. E relacionando com as etapas construtivas, havendo a possibilidade de trabalhar com sistemas flexíveis conforme a demanda.
Os lavatórios são ligados diretamente à rede de esgoto	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Os lavatórios são sifonados	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
No mictório tipo calha, cada segmento de 0,60 m corresponde a um mictório tipo cuba	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. E relacionando com as etapas construtivas, havendo a possibilidade de trabalhar com sistemas flexíveis conforme a demanda.
Existe área mínima de 0,80m ² para utilização de cada chuveiro	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O chuveiro está instalado a uma altura mínima de 2,10 m	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O piso possui caimento que assegure o escoamento da água para a rede de esgoto	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
É constituído de material antiderrapante ou de estrados de madeira	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Os chuveiros possuem água quente	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Existe suporte para sabonete para cada chuveiro?	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Existe cabide para toalha	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Os chuveiros estão aterrados eletricamente	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. Principalmente no projeto elétrico do canteiro.

O vestiário possui cimentado ou material equivalente	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário possui cobertura que proteja contra as intempéries	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário possui área de ventilação que corresponda a 1/10 da área do piso	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário possui iluminação natural	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário possui iluminação artificial	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário possui armários individuais dotados de fechadura ou cadeado	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
O vestiário possui pé direito de no mínimo 2,50m	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O vestiário é mantido em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza		X	Os parâmetros de conservação devem estar contidos no PGR e não no modelo BIM.
O vestiário possui bancos em número suficiente, sendo a largura mínima de 0,30 m por usuário	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
O canteiro de obra possui local para refeições	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O local para refeições possui piso cimentado ou de outro material lavável	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O local para refeições possui capacidade para garantir o atendimento de todos os trabalhadores no horário das refeições	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. E relacionando com as etapas construtivas, havendo a possibilidade de trabalhar com sistemas flexíveis conforme a demanda.
O local para refeições possui iluminação e ventilação natural e/ou artificial	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O local para refeições possui lavatório no seu interior ou nas proximidades	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O local para refeições possui mesas com tampo lisos e laváveis	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é

			possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
O local para refeições possui assentos em número suficiente para atender os usuários	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento. E relacionando com as etapas construtivas, havendo a possibilidade de trabalhar com sistemas flexíveis conforme a demanda.
O local para refeições possui depósito com tampa para detritos	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
O local para refeições possui comunicação direta com as instalações sanitárias	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
O local para refeições possui pé direito mínimo de 2,80m	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM.
Fornecimento de água potável para os trabalhadores	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
Antes do início da demolição, as linhas de fornecimento de energia elétrica são desligadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de fornecimento de água industrial são paralisadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de inflamáveis são isoladas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de gases são isoladas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de água para incêndio são isoladas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de esgotos são isoladas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de produtos químicos são isoladas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início da demolição, as linhas de fornecimento de água potável são paralisadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

As construções vizinhas à obra de demolição foram examinadas, previamente e periodicamente, no sentido de se preservar suas estabilidades e a integridades física de terceiros		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A demolição foi programada e dirigida por profissional legalmente habilitado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes da demolição devem ser removidos os vidros, ripados, estuques e outros elementos frágeis		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes da demolição de um pavimento foram fechadas todas as aberturas existentes no piso		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Foi proibida a permanência de pessoas nos pavimentos que possam ter sua estabilidade comprometida no processo de demolição		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas são mantidas desimpedidas e livres para a circulação de emergência		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas somente serão demolidas à medida que forem retirados os materiais dos pavimentos superiores		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os objetos pesados ou volumosos foram removidos mediante o emprego de dispositivos mecânicos	X		Pode ser previsto no projeto / modelo BIM do canteiro equipamentos para retirada dos objetos de forma a pensar na logística do canteiro.
Foi proibido o lançamento em queda livre de qualquer material		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A remoção dos entulhos, por gravidade é feita em calhas fechadas de material resistente, com inclinação máxima de 45°, fixadas à edificação em todos os pavimentos?	X		Pode ser previsto no projeto / modelo BIM do canteiro equipamentos para retirada dos objetos de forma a pensar na logística do canteiro.
No ponto de descarga da calha existe dispositivo de fechamento	X		Pode ser previsto no projeto / modelo BIM do canteiro equipamentos para retirada dos objetos de forma a pensar na logística do canteiro.
Durante a execução de serviços de demolição foram instaladas, plataformas de retenção de entulhos	X		Pode ser previsto no projeto / modelo BIM do canteiro equipamentos para retirada dos objetos de forma a pensar na logística do canteiro.

As plataformas possuem dimensão mínima de 2,50 m e inclinação de 45° em todo o perímetro da obra	X		Podem ser previstos no projeto / modelo BIM do canteiro equipamentos para retirada dos objetos de forma a pensar na logística do canteiro.
Os elementos da construção em demolição foram retirados da posição que torne possível o seu desabamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os materiais das edificações, durante a demolição e remoção foram previamente umedecidos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Foi planejada a demolição das paredes	X		Caso haja modelo BIM da estrutura a ser demolida, bem como os elementos associados é possível fazer as devidas simulações.
Esta demolição será realizada antes da estrutura	X		Caso haja modelo BIM da estrutura a ser demolida, bem como os elementos associados é possível fazer as devidas simulações.
Avaliar o tipo de estrutura (concreto / metálica / madeira), para cada tipo deve apresentar um tipo de demolição.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Avaliar árvores, equipamentos, materiais e objetos de qualquer natureza antes de se iniciar a escavação, para retirada ou escoramento.	X		Caso haja modelo BIM da estrutura a ser demolida, bem como os elementos associados é possível fazer as devidas simulações.
Avaliar muros, edificações vizinhas e todas as estruturas antes de se iniciar a escavação, para devidos escoramentos quando necessário.	X		Caso haja modelo BIM da estrutura a ser demolida, bem como os elementos associados é possível fazer as devidas simulações.
Indicar o profissional responsável pela demolição / escavação.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os cabos elétricos das proximidades foram desenergizados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Na impossibilidade da desenergização devem ser tomadas medidas especiais e indicá-las, bem como os responsáveis.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

Os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25 m têm sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas	X		Dentro do modelo BIM do canteiro é possível apresentar os taludes, bem como as informações relacionadas a estabilidade.
As escavações com mais de 1,25 m de profundidade possuem escadas ou rampas para saída rápida dos trabalhadores	X		No modelo BIM do canteiro é possível apresentar a instalação das escadas e rampas.
Os materiais retirados da escavação são depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os taludes com altura superior a 1,75m têm estabilidade garantida		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Verificação de infiltração ou vazamento de gás, bem como as informações relativas a ventilação.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O local está sendo monitorado enquanto o trabalho estiver sendo realizado, bem como os sistemas de alarme sonoro e visual		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escavações possuem sinalizações de advertência, inclusive noturna	X		Esta informação pode aparecer no modelo BIM do canteiro, ao apresentar objeto relacionados e posicionado.
As escavações possuem barreiras de isolamento em todo seu perímetro	X		Esta informação pode aparecer no modelo BIM do canteiro, ao apresentar objeto relacionados e posicionado.
Controle de acesso de pessoas e veículos nas áreas de escavação		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A qualificação dos operadores de máquinas de bate estacas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Treinamento das equipes		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A serra circular é dotada de mesa estável com fechamento de suas faces inferiores, anterior e posterior	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
A mesa é construída em madeira resistente e de 1ª qualidade, material metálico ou similar de resistência equivalente	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é

			possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
A serra circular possui a carcaça do motor aterrado eletricamente?	X		No projeto elétrico do canteiro deve apresentar este tipo de detalhamento, bem como compor o modelo BIM.
O disco da serra circular é mantido afiado e travado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As transmissões de força mecânica da serra circular são protegidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A serra circular é provida de coifa protetora do disco e cutelo divisor		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A serra circular possui coletor de serragem	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
Nas operações de corte de madeira é utilizado dispositivo empurrador e guia de alinhamento	X		Projeto de canteiro através de modelo BIM. No modelo é possível atribuir mobiliários com este tipo de detalhamento.
As lâmpadas de iluminação do setor de carpintaria possuem proteção contra impactos	X		No projeto elétrico do canteiro deve apresentar este tipo de detalhamento, bem como compor o modelo BIM
O piso da carpintaria é resistente, nivelado e antiderrapante	X		Projeto de canteiro em BIM.
A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra são feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As armações de pilares, vigas e outras estruturas verticais são apoiadas e escoradas visando evitar o tombamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As lâmpadas de iluminação do setor de armação de aço possuem proteção contra impactos	X		No projeto elétrico do canteiro deve apresentar este tipo de detalhamento, bem como compor o modelo BIM
Colocação de pranchas de madeira sobre as armações de aço para circulação dos trabalhadores		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As pontas verticais de vergalhões são protegidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

Durante a descarga de vergalhões de aço a área é isolada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As fôrmas foram projetadas e construídas de modo que resistam às cargas máximas de serviço	X		Projeto estrutural em BIM pode constar este tipo de informação relacionada a montagem das formas.
O uso de fôrmas deslizantes deve ser supervisionado por profissional legalmente habilitado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os suportes e escoras de fôrmas são inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Durante a desforma são amarradas as peças visando a queda livre de seções de fôrmas e escoramentos?		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A área de desforma deve ser isolada e sinalizada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As armações de pilares são estaiadas ou escoradas antes do cimbramento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
É proibida a permanência de trabalhadores atrás dos macacos ou sobre estes durante as operações de protensão de cabos de aço		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os dispositivos e equipamentos usados em protensão são inspecionados por profissional legalmente habilitado antes do início dos trabalhos e durante os mesmos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As conexões dos dutos transportadores de concreto devem possuir dispositivos de segurança para impedir a separação das partes, quando o sistema estiver sob pressão		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
No local onde se executa a concretagem deve permanecer somente a equipe indispensável para execução dessa tarefa		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os vibradores de imersão e de placas devem possuir dupla isolamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os cabos de ligação dos vibradores devem ser protegidos contra choques mecânicos e cortes pela ferragem		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As caçambas transportadoras de concreto devem possuir dispositivos de segurança que impeçam seu descarregamento acidental		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As peças das estruturas metálicas devem ser previamente fixadas antes de serem soldadas, rebitadas ou parafusadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

O piso provisório na edificação de estrutura metálica deve ser montado sem frestas, evitando queda de materiais ou equipamentos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Quando necessária a complementação do piso provisório, devem ser instaladas redes de proteção junto às colunas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O trabalhador deve ter em seu posto de trabalho, recipientes adequados para armazenagem de pinos, rebites, parafusos e ferramentas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As peças estruturais pré-fabricadas devem possuir pesos e dimensões adequadas aos equipamentos de transporte		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os elementos componentes da estrutura metálica devem estar livres de rebarbas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Quando a montagem é realizada próximo a rede elétrica, deve ser efetuado o desligamento da rede		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A colocação de pilares e vigas são feitos, de forma que ainda suspensos pelo equipamento de guindar, possa executar a prumagem e sua fixação		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As operações de soldagem e corte a quente devem ser são realizadas por trabalhadores qualificados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Quando as operações forem realizadas em chumbo, zinco ou materiais revestidos de cádmio, deve ser providenciada ventilação no local	X		Na disposição do projeto de canteiro no modelo BIM pode constar o local específico com ventilação apropriada.
O dispositivo usado para manusear eletrodos deve possuir isolamento adequado à corrente usada, evitando a formação de arco elétrico ou choques no trabalhador		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Deve ser utilizado anteparo eficaz para a proteção dos trabalhadores circunvizinhos e do tipo incombustível		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Nas operações de soldagem ou corte em recipiente, vasilhame, tanque ou similar, que envolvam geração de gases confinados ou semiconfinados devem ser adotadas medidas preventivas para eliminar os riscos de explosão	X		Na disposição do projeto de canteiro no modelo BIM pode constar o local específico com ventilação apropriada.
Deve existir proibição quanto a presença de substâncias inflamáveis e/ou explosivas próximo às garrafas de O ₂		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os equipamentos de soldagem elétrica devem ser aterrados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os equipamentos e acessórios de soldagem devem ser mantidos longe de locais com óleo, graxa ou umidade		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

A madeira a ser usada para construção de escadas, rampas e passarelas devem ser de boa qualidade, sem apresentar nós e rachaduras que comprometam sua resistência		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas de uso coletivo, rampas e passarelas para a circulação de pessoas e materiais são de construção sólida e dotadas de corrimão e rodapé	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A transposição de pisos com diferença de nível superior a 0,40 m deve ser feita por meio de escadas ou rampas	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
As escadas provisórias de uso coletivo devem ser dimensionadas em função do fluxo de trabalhadores, respeitando-se a largura mínima de 0,80 m e ter pelo menos 2,90 m de altura um patamar intermediário	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Os patamares intermediários devem possuir largura e comprimento, no mínimo, iguais à largura da escada	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A escada de mão deve ter seu uso restrito para acessos provisórios e serviços de pequeno porte		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas de mão devem possuir até 7,00 m de extensão e o espaçamento entre os degraus uniforme, variando entre 0,25 m e 0,30 m		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas devem ser proibidas de serem colocadas nas proximidades de portas ou áreas de circulação		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas devem ser proibidas de serem colocadas onde houver risco de queda de objetos ou materiais		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As escadas devem ser proibidas de serem colocadas nas proximidades de aberturas e vãos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada de mão deve ser fixada nos pisos inferior e superior ou ser dotada de dispositivo que impeça o seu escorregamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada de mão deve ser dotada de degraus antiderrapantes		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada de mão deve ser apoiada em piso resistente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada de abrir deve ser rígida, estável e provida de dispositivos que a mantenha com abertura constante		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada de abrir deve possuir comprimento máximo de 6,00 m quando fechada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

A escada extensível deve ser dotada de dispositivo limitador de curso, colocado no quarto vão a contar da catraca		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A escada fixa, tipo marinho, com 6,00 m ou mais de altura, deve ser provida de gaiola protetora a partir de 2,00 m acima da base até 1,00 m acima da última superfície de trabalho	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Para cada lance de 9,00m deve existir um patamar intermediário de descanso, protegido por guarda corpo e rodapé	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
As rampas e passarelas provisórias devem ser construídas e mantidas em perfeitas condições de uso e segurança		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As rampas provisórias devem ser fixadas no piso inferior e superior, não ultrapassando 30° de inclinação em relação ao piso	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Nas rampas provisórias, com inclinação superior a 18° devem ser fixadas peças transversais, espaçadas em 0,40 m, no máximo para apoio dos pés		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As rampas provisórias usadas para trânsito de caminhões devem possuir largura mínima de 4,00m e serem fixadas em suas extremidades	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Os apoios das extremidades das passarelas devem ser dimensionados em função do comprimento total das mesmas e das cargas a que estarão submetidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Deve existir proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
As aberturas no piso devem possuir fechamento provisório resistente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As aberturas, utilizadas para o transporte vertical de materiais e equipamentos, devem ser protegidas por guarda corpo fixo e por sistema de fechamento do tipo cancela ou similar	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Os vãos de acesso às caixas dos elevadores devem possuir fechamento provisório de, no mínimo, 1,20m de altura, constituído de material resistente	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Na periferia da edificação, devem existir proteção contra queda de trabalhadores e projeção de materiais	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.

A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, devem possuir altura de 1,20m para o travessão superior e 0,70m para o inferior	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, devem possuir rodapé com altura de 0,20m	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, tem vãos entre travessas preenchidos com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Em todo perímetro da construção de edifícios com mais de 4 pavimentos ou altura equivalente, deve haver plataforma principal de proteção na altura da 1ª laje	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
Essa plataforma deve ter no mínimo 2,50m de projeção horizontal da face externa da construção	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A plataforma deve ser instalada logo após a concretagem da laje a que se refere e retirada, somente, quando o revestimento externo do prédio acima dessa plataforma estiver concluído		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A construção deve possuir tela barreira protetora contra projeção de materiais e ferramentas	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
A tela deve estar instalada entre as extremidades de 2 plataformas de proteção consecutivas	X		No modelo BIM do canteiro deverá ser apresentado com este detalhamento.
As plataformas de proteção devem ser construídas de maneira resistente e mantidas sem sobrecarga que prejudique a estabilidade de sua estrutura		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
A manutenção deve ser executada por trabalhador qualificado, sob supervisão de profissional legalmente habilitado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas devem ser operados por trabalhador qualificado, inclusive anotado em CT.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.

Quando o local de lançamento de concreto não for visível pelo operador do equipamento, deve ser utilizado um sistema de sinalização sonoro ou visual		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
No transporte e descarga dos perfis, vigas e elementos estruturais, devem ser adotadas medidas preventivas quanto à sinalização e isolamento da área		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Antes do início dos serviços, os equipamentos de guindar e transportar devem ser vistoriados por trabalhador qualificado com relação à capacidade de carga, altura de elevação e estado geral do equipamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Estruturas ou perfis de grande superfície somente serão içados com total precaução contra rajadas de vento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
As manobras de movimentação devem ser executadas por trabalhador qualificado e por meio de código de sinais convencionados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximo a redes elétricas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O levantamento manual ou semi-mecanizado de cargas deve ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força conforma NR-17		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os guinchos de coluna devem ser providos de dispositivos próprios para sua fixação	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O tambor do guincho de coluna deve estar nivelado para garantir o enrolamento adequado do cabo	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A distância entre a roldana livre e o tambor do guincho do elevador está compreendida entre 2,50 m e 3,00 m de eixo a eixo	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O cabo de aço situado entre o tambor de rolamento e a roldana livre deve estar isolado por barreira segura, de forma que se evitem a circulação e o contato acidental de trabalhadores com o mesmo	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.

O guincho do elevador deve ser dotado de chave de partida e bloqueio que impeça o seu acionamento por pessoa não autorizada	X		No modelo BIM, detalhamento elétrico poderá apresentar este tipo de detalhamento.
Em qualquer posição do guincho do elevador, o cabo de tração deve dispor, no mínimo de 6 voltas enroladas no tambor		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os elevadores de caçamba devem ser utilizados apenas para o transporte de material a granel		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O transporte de pessoas por equipamento de guinda é proibido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os equipamentos de transportes de materiais devem possuir dispositivos que impeçam a descarga acidental do material transportado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O transporte de pessoas nos elevadores de materiais é proibido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Deve existir placa no interior do elevador de material, indicando a carga máxima e a proibição de transporte de pessoas	X		No modelo BIM, pode apresentar este tipo de detalhamento.
Os elevadores de materiais devem possuir freio mecânico (manual) situado no elevador	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os elevadores de materiais devem possuir sistema de segurança eletromecânica no limite superior, instalado a 2,00m abaixo da viga superior da torre	X		No modelo BIM, detalhamento elétrico poderá apresentar este tipo de detalhamento.
Os elevadores de materiais devem possuir trava de segurança para mantê-lo parado em altura, além do freio do motor	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os elevadores de materiais devem possuir interruptor de corrente para que só se movimente com portas ou painéis fechados	X		No modelo BIM, detalhamento elétrico poderá apresentar este tipo de detalhamento
No caso de irregularidades no elevador de materiais quanto ao funcionamento e manutenção do mesmo, estas devem ser anotadas pelo operador em livro próprio e comunicadas, por escrito, ao responsável da obra		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os elevadores de materiais devem ser providos nas laterais de painéis fixos de contenção com altura em torno	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão

de 1,00m, e nas demais faces, de portas ou painéis removíveis			apresentar este tipo de detalhamento.
Os elevadores de materiais devem ser dotados de cobertura fixa, basculável ou removível	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
No elevador de passageiros é proibido o transporte de cargas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O elevador de passageiros deve possuir interruptor nos fins de curso superior e inferior, conjugado com freio automático	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O elevador de passageiros deve possuir sistema de frenagem automática, a ser acionado em caso de ruptura do cabo de tração de interrupção de corrente elétrica	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O elevador de passageiros deve possuir sistema de segurança eletromecânico no limite superior a 2,00m abaixo da viga superior da torre	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O elevador de passageiros deve possuir interruptor de corrente, para que se movimente apenas com as portas fechadas	X		No modelo BIM, detalhamento elétrico poderá apresentar este tipo de detalhamento
O elevador de passageiros deve possuir um livro de inspeção, no qual são anotadas as condições de funcionamento e manutenção		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
O elevador deve possuir placa indicando o nº máximo de passageiros	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Deve possuir iluminação artificial	X		No modelo BIM, detalhamento elétrico poderá apresentar este tipo de detalhamento
O dimensionamento dos andaimes, sua estrutura de sustentação e fixação, deve ser realizada por profissional legalmente habilitado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR.
Os andaimes devem ser dimensionados e construídos de modo a suportar, com segurança, as cargas de trabalho a que estarão sujeitos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

O piso de trabalho dos andaimes deve possuir forração completa, antiderrapante, e serem nivelados e fixados de modo seguro e resistente	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Devem ser tomadas precauções especiais, quando da montagem, desmontagem e movimentação de andaimes próximos às redes elétricas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A madeira para confecção de andaimes deve ser de boa qualidade, seca, sem apresentar nós e rachaduras que comprometam sua resistência, inclusive recebendo pintura que encubram imperfeições		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes devem dispor de guarda corpo e rodapé	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Sobre o piso de trabalho de andaimes é proibida a utilização de escadas e outros meios para se atingir lugares mais altos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O acesso aos andaimes deve ser feito de maneira segura		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os montantes dos andaimes devem ser apoiados em sapatas sobre base sólida capaz de resistir aos esforços solicitante e às cargas transmitidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O trabalho em andaimes apoiados sobre cavaletes que possuam altura superior a 2,00m e largura inferior a 0,90m é proibido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O deslocamento das estruturas dos andaimes com trabalhadores sobre os mesmos é proibido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes cujo piso de trabalho esteja a mais de 1,50m deve ser provido de escada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A estrutura dos andaimes deve ser fixada à construção por meio de amarração e entroncamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes que excedem, em altura, 4 vezes a sua base, devem ser estaiados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes fachadeiros devem receber carga distribuída e de modo uniforme		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O limite de carga deve ser conhecido pelos usuários, bem como a disposição dos materiais de tal forma a não impedir a circulação.		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

Os acessos verticais ao andaime fachadeiro devem ser feitos em escada incorporada à sua estrutura		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A movimentação vertical de componentes e acessórios para montagem e/ou desmontagem de andaime fachadeiro deve ser feita por meio de cordas ou outro meio seguro de içamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os montantes do andaime fachadeiro devem ter seus encaixes travados com parafusos, contrapinos, braçadeiras ou similar		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As peças de contraventamento devem ser fixadas nos montantes de forma que assegurem a estabilidade e a rigidez ao andaime		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes fachadeiros devem dispor de proteção com tela de arame galvanizado ou material de resistência desde a 1ª plataforma até pelo menos 2,00m acima da última plataforma de trabalho	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os rodízios dos andaimes móveis devem ser providos de travas de modo a evitar deslocamentos acidentais	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os andaimes em balanço devem possuir sistema de fixação à estrutura da edificação capaz de suportar 3 vezes os esforços solicitantes	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A estrutura do andaime devem ser convenientemente contra ventada e ancorada de tal forma a eliminar quaisquer oscilações	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A sustentação de andaimes suspensos mecânicos é feita por meio de vigas metálicas de resistência equivalente a, no mínimo 3 vezes o maior esforço solicitante	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A fixação de vigas de sustentação nos andaimes deve ser feita por cabos de aço	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os cabos são verificados diariamente pelos usuários e pelo seu superior hierárquico antes do início dos trabalhos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

Os andaimes suspensos são convenientemente fixados à construção na posição de trabalho	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os quadros dos guinchos de elevação possuem guarda corpo e rodapé	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Sobre os andaimes só é permitido depositar material para uso imediato		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os guinchos de elevação devem possuir dispositivo que impeça o retrocesso do tambor		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os guinchos de elevação são acionados por meio de alavancas ou manivelas, ou automaticamente, na subida e descida do andaime	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os guinchos de elevação devem possuir segunda trava de segurança	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os guinchos de elevação devem ser dotados de capa de proteção da catraca	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os andaimes suspensos mecânicos pesados devem possuir largura mínima de 1,50 m	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os estrados devem ser interligados com o comprimento máximo de 8,00m	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A fixação dos guinchos aos estrados deve ser executada por meio de amarrações de aço com no mínimo dois guinchos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os andaimes suspensos mecânicos leves devem ser utilizados por no máximo 02 trabalhadores		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os guinchos dos andaimes suspensos mecânicos leves devem ser fixados nas extremidades das plataformas de	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão

trabalho, por meio de armações de aço, havendo em cada armação dois guinchos			apresentar este tipo de detalhamento.
A sustentação da cadeira suspensa deve ser feita por meio de cabo de aço		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A cadeira suspensa deve dispor de sistema dotado com dispositivo de subida e descida com trava de segurança	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A cadeira suspensa deve possuir requisitos mínimos de conforto previstos na NR-17	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
A cadeira suspensa deve dispor de sistema de fixação do trabalhador por meio de cinto de segurança paraquedista ligado ao trava-quedas em cabo guia independente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A cadeira suspensa deve possuir na sua estrutura, em caracteres indelévels e bem visíveis, a razão social do fabricante e o nº do CNPJ		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A fixação da cadeira suspensa deve ser independente do cabo guia do trava-quedas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os cabos de aço de tração devem ser avaliados quanto a emendas ou pernas quebradas que comprometam a sua segurança		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os cabos de aço devem ser fixados por meio de dispositivos que impeçam deslizamento e desgaste		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os cabos de aço devem ser inspecionados antes de seu uso		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os quadros e tomadas energizadas devem ser protegidas quando da execução de trabalhos de revestimento e acabamento na alvenaria		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os locais abaixo da colocação de vidros devem ser interditados ou protegidos contra queda de material		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Após a colocação, os vidros devem ser marcados de maneira visível		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Para os trabalhos em telhados devem ser utilizados dispositivos que permitam a movimentação segura dos trabalhadores	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.

Dentre os quais deve ser instalado o cabo-guia de aço, para fixação do cinto de segurança tipo pára-queda	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Os cabos guias são fixados em suas extremidades à estrutura definitiva da edificação por meio de suporte de aço inoxidável ou outro material resistente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O local abaixo de onde se realiza o trabalho sobre o telhado deve ser interditado e isolado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Equipamentos que emanem gases próximos aos trabalhos realizados em telhados devem ser desligados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O trabalho em telhado com chuva ou vento é proibido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
É proibido concentrar cargas num mesmo ponto durante a realização de trabalho em telhado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Na execução de trabalhos com risco de queda n'água deve ser utilizado colete salva-vidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve existir bote salva-vidas próximo ao local de trabalho em nº suficiente e devidamente equipados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os funcionários que realizem trabalhos n'água devem ser treinados em primeiros socorros		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os coletes salva-vidas devem possuir cor laranja, o nome da empresa e a capacidade máxima em kg e em número suficiente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os trabalhadores que executam trabalhos em locais confinados devem ser treinados quanto aos riscos a que estão submetidos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos trabalhos em locais confinados onde se utilizem produtos químicos, os trabalhadores devem utilizar EPI adequado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A realização de trabalho em recintos confinados deve ser precedida de inspeção prévia e elaboração de ordem de serviço com os procedimentos a serem adotados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve haver monitoramento permanente de substância que cause asfixia, explosão e intoxicação no interior de locais confinados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve haver ventilação local exaustora eficaz e ventilação que execute a insuflação de ar para o interior do ambiente	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão

			apresentar este tipo de detalhamento.
Há sinalização com informação clara e permanente durante a realização de trabalhos no interior de espaços confinados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve se fazer o uso de cordas ou cabos de segurança que possibilitem meios seguros de resgate		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Para cada grupo de 20 trabalhadores, 02 devem ser treinados para resgate		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve existir equipamento de ar mandado ou equipamento autônomo ao alcance dos trabalhadores para uso no resgate	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
O tanque deve ser desgaseificado antes da execução do trabalho e avaliado por pessoa habilitada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A execução e manutenção das instalações elétricas deve ser realizada por trabalhador qualificado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os serviços nas instalações devem ser realizados com o sistema desenergizado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Caso não seja possível a desenergização, deve ser tomada medida especial para realização do trabalho		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As emendas devem ser executadas de modo que assegurem a resistência e contato elétrico adequado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O isolamento de emendas e derivações devem possuir característica equivalente à dos condutores utilizados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os condutores devem possuir isolamento adequado, não sendo permitido obstruir a circulação de materiais e pessoas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os circuitos elétricos devem possuir protetores contra impactos mecânicos, umidade e agentes corrosivos	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
Sempre que a fiação de um circuito provisório se tornar inoperante ou dispensável deve ser retirada pelo eletricitista responsável		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As chaves blindadas devem possuir protetores de intempéries e serem instaladas em posição que impeça o fechamento acidental do circuito	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.

Os porta-fusíveis não devem ficar sob tensão quando as chaves blindadas estiverem na posição aberta		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As chaves blindadas somente devem ser utilizadas para circuitos de distribuição, sendo proibido o seu uso como dispositivo de partida e parada de máquinas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As instalações elétricas provisórias de um canteiro de obras devem possuir chave geral do tipo blindada de acordo com a aprovação da concessionária local, localizada no quadro principal de distribuição	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
As instalações elétricas provisórias de um canteiro de obras devem possuir chave individual para cada circuito de derivação	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
As instalações elétricas provisórias de um canteiro de obras devem possuir chave faca blindada em quadro de tomadas	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
As instalações elétricas provisórias de um canteiro de obras devem possuir chaves magnéticas e disjuntores, para os equipamentos	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
Os fusíveis das chaves blindadas devem possuir capacidade compatíveis com o circuito a proteger, não sendo permitida sua substituição por dispositivos improvisados ou por outros fusíveis de capacidade superior, sem a correspondente troca da fiação	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
Em todos os ramais destinados à ligação de equipamentos elétricos devem possuir instalados disjuntores ou chaves magnéticas, independentes, que possam ser acionados com facilidade e segurança	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
As redes de alta-tensão devem ser instaladas de modo a evitar contatos acidentais com veículos, equipamentos e trabalhadores em circulação, só podendo ser instaladas pela concessionária		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os transformadores e estações abaixadoras de tensão devem ser instalados em local isolado, sendo permitido somente acesso do profissional legalmente habilitado ou trabalhador qualificado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As estruturas e carcaças dos equipamentos elétricos devem ser eletricamente aterradas	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto

			elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
Os quadros gerais de distribuição devem ser mantidos trancados, sendo seus circuitos identificados	X		No modelo BIM do canteiro, pelo como o respectivo projeto elétrico deve apresentar este tipo de detalhamento.
Ao religar chaves blindadas no quadro geral de distribuição, todos os equipamentos devem ser desligados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Máquinas ou equipamentos elétricos móveis só devem ser ligados por intermédio de conjunto plugue e tomada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A operação de máquinas e equipamentos que exponham o operador ou terceiros a riscos devem ser feitas por trabalhador qualificado e identificado por crachá		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas ao alcance dos trabalhadores	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
As máquinas e os equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes móveis, projeção de peças ou de partículas de materiais devem ser providos de proteção adequada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas e equipamentos de grandes portes devem proteger adequadamente o operador contra a incidência de raios solares e intempéries		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O abastecimento de máquinas e equipamentos com motor à explosão devem ser realizados por trabalhador qualificado, em local apropriado, utilizando-se de técnicas e equipamentos que garantam a segurança da operação	X		No modelo BIM do canteiro os equipamentos poderão apresentar este tipo de detalhamento.
Na operação de máquinas e equipamentos com tecnologia diferente da que o operador estava habituado a usar, deve ser feitos novos treinamentos, de modo a qualificá-los à utilização dos mesmos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas e os equipamentos devem possuir dispositivos de acionamento e parada localizado de modo que seja acionado ou desligado pelo operador na sua posição de trabalho		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas e os equipamentos devem possuir dispositivos de acionamento e parada localizado de modo		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

que não se localize na zona perigosa da máquina ou do equipamento			
As máquinas e os equipamentos devem possuir dispositivos de acionamento e parada localizado de modo que possa ser desligado em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas e os equipamentos devem possuir dispositivos de acionamento e parada localizado de modo que não possa ser acionado ou desligado, involuntariamente, pelo operador ou por qualquer outra forma acidental		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas e os equipamentos devem possuir dispositivos de acionamento e parada localizado de modo que não acarreta riscos adicionais		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Toda máquina deve possuir dispositivo de bloqueio para impedir seu acionamento por pessoa não-autorizada		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As máquinas, equipamentos e ferramentas devem ser submetidos à inspeção e manutenção de acordo com as normas técnicas oficiais vigentes, dispensando-se especial atenção a freios, mecanismos de direção, cabos de tração e suspensão, sistema elétrico e outros dispositivos de segurança		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Toda máquina ou equipamento devem ser localizados em ambiente com iluminação natural e/ou artificial adequada à atividade, em conformidade com a NBR 5.413/91- Níveis de iluminância de interiores, da ABNT	X		No modelo BIM do canteiro as condições associadas as questões de conforto térmico e acústico, que podem ser através de adequação as instalações podem ser detalhadas.
As inspeções de máquinas e equipamentos devem ser registradas em documento específico, constando as datas e falhas observadas, as medidas corretivas adotadas e a indicação de pessoa, técnico ou empresa habilitada que as realizou		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que, para encher/esvaziar pneus, não se posicionar de frente para eles, mas atrás da banda de rodagem, usando uma conexão de autofixação para encher o pneu. O enchimento só é feito por trabalhadores qualificados, de modo gradativo e com medições sucessivas de pressão		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que, em caso de superaquecimento de pneus e sistema de freio, sejam tomadas precauções especiais, prevenindo-se de possíveis explosões ou incêndios		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que, antes de iniciar a movimentação ou dar partida no motor é preciso certificar-se de que não há ninguém trabalhando sobre, debaixo ou perto dos mesmos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que os equipamentos que operam em marcha a ré possuem alarme sonoro acoplado ao sistema de câmbio e retrovisores em bom estado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que o transporte de acessórios e materiais por içamento sejam feitos o mais próximo possível do piso, tomando-se as devidas precauções de isolamento da área de circulação, transporte de materiais e de pessoas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que as máquinas não sejam operadas em posição que comprometa sua estabilidade		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que seja proibido manter sustentação de equipamentos e máquinas somente pelos cilindros hidráulicos, quando em manutenção		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as medidas de segurança de modo que sejam tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas devem ser apropriadas ao uso a que se destinam, proibindo-se o emprego das defeituosas, danificadas ou improvisadas, sendo substituídas pelo empregador ou responsável pela obra		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

Os trabalhadores devem ser treinados e instruídos para a utilização segura das ferramentas, especialmente os que irão manusear as ferramentas de fixação a pólvora		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
É proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais inapropriados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas manuais que devem possuir gume ou ponta são protegidas com bainha de couro ou outro material de resistência e durabilidade equivalentes, quando não estiverem sendo utilizadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas pneumáticas portáteis devem possuir dispositivo de partida instalado de modo a reduzir ao mínimo a possibilidade de funcionamento acidental		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A válvula de ar deve ser fechada automaticamente, quando cessar a pressão da mão do operador sobre os dispositivos de partida		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As mangueiras e conexões de alimentação das ferramentas pneumáticas devem ser resistentes às pressões de serviço, permanecendo firmemente presas aos tubos de saída e afastadas das vias de circulação		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O suprimento de ar para as mangueiras deve ser desligado e aliviado a pressão, quando a ferramenta pneumática não estiver em uso		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas de equipamentos pneumáticos portáteis devem ser retiradas manualmente e nunca pela pressão do ar comprimido		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas de fixação a pólvora são obrigatoriamente operadas por trabalhadores qualificadas e devidamente autorizados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
É proibido o uso de ferramenta de fixação a pólvora em ambientes contendo substâncias inflamáveis ou explosivas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
É proibida a presença de pessoas nas proximidades do local do disparo, inclusive o ajudante		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As ferramentas de fixação a pólvora devem ser descarregadas (sem o pino e o finca-pino) sempre que forem guardadas ou transportadas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os condutores de alimentação das ferramentas portáteis devem ser manuseados de forma que não sofram torção,		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

ruptura ou abrasão, nem obstruam o trânsito de trabalhadores e equipamentos			
É proibida a utilização de ferramentas elétricas manuais sem duplo isolamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem ser tomadas medidas adicionais de proteção quando da movimentação de superestruturas por meio de ferragens hidráulicas, prevenindo riscos relacionados ao rompimento dos macacos hidráulicos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, consoante as disposições contidas na NR 6 - Equipamentos de proteção Individual		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O cinto de segurança tipo abdominal somente é utilizado em serviços de eletricidade e em situações em que funcione como limitador de movimentação		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O cinto de segurança tipo paraquedista é utilizado em atividades a mais de 2,00m (dois metros) de altura do piso, nas quais haja risco de queda do trabalhador		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os cintos de segurança tipo abdominal e tipo paraquedista devem possuir argolas e mosquetões de aço forjado, ilhoses de material não-ferrosos e fivela de aço forjado ou material de resistência e durabilidade equivalente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os materiais devem ser armazenados e estocados de modo a não prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio, não obstruir portas ou saídas de emergência e não provocar empuxos ou sobrecargas nas paredes, lajes ou estruturas de sustentação, além do previsto em seu dimensionamento	X		No modelo BIM do canteiro, os ambientes devem ser definidos para que possa atender itens relacionados.
As pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem possuir forma e altura que garantem a sua estabilidade e facilitem o seu manuseio		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Tubos, vergalhões, perfis, barras, pranchas e outros materiais de grande comprimento ou dimensão devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola das peças	X		No modelo BIM do canteiro, os ambientes devem ser definidos para que possa atender itens relacionados.

O armazenamento deve ser feito de modo a permitir que os materiais sejam retirados obedecendo à sequência de utilização planejada, de forma a não prejudicar a estabilidade das pilhas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os materiais não devem ser empilhados diretamente sobre piso instável, úmido ou desnivelado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A cal virgem deve ser armazenada em local seco e arejado	X		No modelo BIM do canteiro, os ambientes devem ser definidos para que possa atender itens relacionados.
Os materiais tóxicos, corrosivos, inflamáveis ou explosivos devem ser armazenados em locais isolados, apropriados, sinalizados e de acesso permitido somente a pessoas devidamente autorizadas. Estas devem ter conhecimento prévio do procedimento a ser adotado em caso de eventual acidente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
As madeiras retiradas de andaimes, tapumes, fôrmas e escoramentos devem ser empilhadas, depois de retirados ou rebatidos os pregos, arames e fitas de amarração		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os recipientes de gases para solda devem ser transportados e armazenados adequadamente, obedecendo-se às prescrições quanto ao transporte e armazenamento de produtos inflamáveis		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O transporte coletivo de trabalhadores em veículos automotores dentro do canteiro ou fora dele deve observar as normas de segurança vigentes		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O transporte coletivo dos trabalhadores deve ser feito através de meios de transportes normalizados pelas entidades competentes e adequados às características do percurso		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O transporte coletivo dos trabalhadores deve possuir autorização prévia da autoridade competente, devendo o condutor mantê-la no veículo durante todo o percurso		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A condução do veículo deve ser feita por condutor habilitado para o transporte coletivo de passageiros		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A utilização de veículos a título precário para transporte de passageiros pode ser permitida em vias que não apresentem condições de tráfego para ônibus		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

A carroceria em todo o perímetro do veículo, deve possuir guardas altas e cobertura de altura livre de 2,10m em relação ao piso da carroceria		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem possuir assentos com espuma revestida de 0,45m de largura por 0,35m de altura com encosto e cinto de segurança tipo três pontos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem possuir barras de apoio para as mãos a 0,10m da cobertura e para os braços e mãos entre os assentos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A capacidade de transporte de trabalhadores deverá dimensionada em função da área dos assentos acrescida do corredor de passagem de pelo menos 0,80m de largura		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O material transportado, como ferramentas e equipamentos, deverá estar acondicionado em compartimentos separados dos trabalhadores, de forma a não causar lesões aos mesmos numa eventual ocorrência de acidente com o veículo		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem possuir escada, com corrimão, para acesso pela traseira da carroceria, sistemas de ventilação nas guardas altas e de comunicação entre a cobertura e a cabine do veículo		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os veículos devem apresentar as condições mínimas de segurança de modo que só será permitido o transporte de trabalhadores acomodados nos assentos previamente dimensionados		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem existir um sistema de alarme capaz de dar sinais perceptíveis em todos os locais da construção		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, e em locais onde haja manipulação de tintas e solvente é proibido fumar ou porta-los acesos, ou qualquer outro material que possa produzir faísca ou chama		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, e em locais onde haja manipulação de tintas e solvente é proibido trabalhos onde haja risco de centelhamento		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, e em locais onde haja manipulação de tintas e solvente deve existir lâmpadas e luminárias à prova de explosão		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, e em locais onde haja manipulação de tintas e solvente deve existir sistema de ventilação adequado para retirada	X		No modelo BIM do canteiro, os ambientes devem ser definidos para que possa atender itens relacionados.

de mistura de gases, vapores inflamáveis ou explosivos do ambiente			
Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, e em locais onde haja manipulação de tintas e solvente devem existir placas com a inscrição Risco de incêndio ou Risco de Explosão	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
Deve existir no canteiro de obra pessoal treinado no correto manejo dos equipamentos para combate ao fogo		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O canteiro de obras possui sinalização indicando saídas por meio de dizes e setas	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização advertindo contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização advertindo quanto ao risco de queda	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização indicando a obrigatoriedade do uso de EPIs	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização alertando quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização identificando acesso, circulação de veículos e equipamentos na obra	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização advertindo contra risco de passagem de trabalhadores onde o pé direito for inferior a 1,80m	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações

			visuais tipo placas ou iluminações.
O canteiro de obras deve possuir sinalização indicando locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radiativas	X		No modelo BIM do canteiro, pode aparecer elementos relacionados as indicações visuais tipo placas ou iluminações.
O trabalhador deve utilizar colete refletivos quando em trabalhos em vias públicas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Os empregados devem receber treinamentos admissional e periódico visando a execução de suas atividades com segurança		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O treinamento admissional deve possuir carga horária mínima de 06 horas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Devem ser fornecidas informação sobre as condições e meio ambiente de trabalho, riscos inerentes a sua função, o uso adequado de EPIs e EPCs		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Nos treinamentos, os trabalhadores devem receber cópias dos procedimentos e operações a serem realizadas com segurança		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O canteiro de obras deve ser mantido limpo e organizado		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
O entulho e quaisquer sobras de materiais devem ser coletados e removidos regularmente		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Durante a remoção devem ser tomadas medidas que evitem poeira excessiva e eventuais riscos		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve ser proibido quanto a queima de lixo ou outro material no interior do canteiro de obras		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve ser colocado tapumes ou barreiras visando impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços	X		No modelo BIM do canteiro é possível colocar as devidas barreiras / tapumes conforme for adequado
Os tapumes devem ser firmes e tem altura mínima de 2,20m	X		No modelo BIM do canteiro é possível colocar as devidas barreiras / tapumes conforme for adequado
As galerias devem ser mantidas sem sobrecargas que prejudiquem a estabilidade de suas estruturas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Havendo risco de queda de materiais nas edificações vizinhas, estas devem protegidas		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

A ficha de acidente do trabalho deve ser preenchida pelo seu superior hierárquico		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
A empresa deve possuir CIPA no canteiro de obras		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve haver laudo de aterramento das máquinas e equipamentos do canteiro de obras		X	Este procedimento deve estar contido no PGR
Deve haver diagrama unifilar da parte elétrica do canteiro de obras (NR-10)		X	Este procedimento deve estar contido no PGR

APÊNDICE B – Pesquisa com profissionais

Sou Marcos Antonio Ruiz Filho, aluno do mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação de Gislaine Camila L. Leal. Estamos realizando uma pesquisa sobre o desenvolvimento de projetos associados às questões de segurança na construção civil. Queremos saber como as áreas de Segurança e Saúde no Trabalho e Projetos de Engenharia e Arquitetura podem colaborar mutuamente neste sentido. Suas respostas nos ajudarão a avaliar e propor um fluxo de trabalho e de informações que colaboram no desenvolvimento de projetos seguros (PtD). O questionário levará menos de 5 minutos, e suas respostas são totalmente anônimas.

Você só pode responder ao questionário uma vez, mas pode editar as respostas até o encerramento do período de coleta de respostas ao questionário, no dia 14 de maio de 2021. As perguntas marcadas com asterisco (*) são obrigatórias.

Agradecemos sua colaboração!

Questão 01 – Quais dessas áreas você atua ou já atuou profissionalmente?

Opções de respostas (somente uma alternativa):

SST

Projetos (engenharia ou arquitetura)

Ambas

Outra:

Questão 02 – Qual é sua formação básica?

Opções de respostas (somente uma alternativa)

Engenharia Civil

Arquitetura

Engenharia de Produção

Engenharia Elétrica

Outros:

Questão 03 – Há quanto tempo você atua na área?

Opções de respostas (somente uma alternativa):

Menos de 5 anos

5 a 10 anos

mais de 10 anos

Questão 04 – Em quais regiões no Brasil você atua ou já atuou?

Opções de resposta (pode ser marcado várias opções):

Sul

Sudeste

Centro-oeste

Nordeste

Norte

Questão 05 – Qual seu nível de conhecimento na área de Segurança e Saúde do Trabalho?

Opções de resposta (escala Likert), onde:

0 – Nenhum conhecimento

10 – Total domínio

Questão 06 – Qual seu nível de conhecimento sobre projetos elaborados em processo BIM?

Opções de resposta (escala Likert), onde:

0 – Nenhum conhecimento

10 – Total domínio

Questão 07 – Qual seu nível de conhecimento sobre Projetos Seguros (Ptd) - Projetos de Engenharia e / ou Arquitetura que apresentam em sua elaboração avaliações e considerações relacionadas ao SST?

Opções de resposta (escala Likert), onde:

0 – Nenhum conhecimento

10 – Total domínio

Questão 08 – Qual o nível que você avalia que os projetos de engenharia e arquitetura podem influenciar no desenvolvimento do planejamento de SST?

Opções de respostas (escala Likert), onde:

0 – Nenhuma influência

10 – Total influência

Questão 09 – Qual o nível que você avalia que os conhecimentos de SST podem influenciar no desenvolvimento de projetos de engenharia / arquitetura?

Opções de respostas (escala Likert), onde:

0 – Nenhuma influência

10 – Total influência

Questão 10 – Caso entenda que o projeto pode influenciar na elaboração do planejamento de SST, qual o momento que você avalia que as informações relacionadas ao SST devem ser inseridas ou discutidas, para que haja um maior impacto?

Opções de respostas (somente uma alternativa):

Estudos preliminares (definição de métodos construtivos)

Anteprojeto ou Lançamentos Preliminares (volumetrias – arquitetônica / formas estruturais / passagens de instalações)

Desenvolvimento (projeto legal / compatibilizações / cálculos)

Detalhamento (elaboração de detalhamento executivos)

Não influência

Questão 11 – Quais as maiores dificuldades na elaboração do planejamento de SST (PGR) percebe-se serem em decorrência dos projetos de engenharia e arquitetura?

Opções de respostas (pode ser assinalada até duas opções):

Projetos em geral não são pensados para um canteiro adequado conforme NR-18

Projetos em geral não levam em consideração o conhecimento da mão de obra quanto ao sistema construtivo

Projetos em geral não são elaborados pensando no fluxo de trabalho e etapas construtivas

Projetos em geral não avaliam pontos de riscos (de acidentes) gerando pontos de cuidados extras

Questão 12 – Considerado as dificuldades que os projetos podem causar no desenvolvimento do PGR e na SST, qual o nível de influência que você acredita que a presença de um consultor da área de SST, na etapa de elaboração dos projetos, podem ajudar a diminuir os riscos na obra?

Opções de respostas (escala Likert), onde:

0 – Nenhuma influência

10 – Total influência

Questão 13 - Na sua opinião, quais as limitações e potenciais melhorias os Projetos Seguros (Ptd), com a presença de um profissional da área de SST e um projetista que utiliza de processo BIM, podem trazer para a segurança dos trabalhadores?

Questão 14 - Caso tenha interesse, deixe seu e-mail para que possamos retornar os resultados obtidos

Opção de resposta: campo aberto para colocar o e-mail, não obrigatório.

APÊNDICE C – Pesquisa para painel de especialistas

Sou Marcos Antonio Ruiz Filho, aluno do mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação de Prof. Dra. Gislaine Camila L. Leal. Estamos realizando uma avaliação sobre uma proposta de fluxo de trabalho para desenvolvimento de Projetos Seguros, utilizando para os projetos Processo BIM e informações e conhecimentos da área de SST as exigências da NR-18. Desta forma, queremos a avaliação da proposta pela perspectiva de especialistas na área. Suas respostas nos ajudarão a consolidar ou adequar a proposta do fluxo de trabalho e de informações que colaboram no desenvolvimento de projetos seguros (PtD).

Observe que no Fluxo de Trabalho Proposto (imagem anexa), as cores destacadas representam os pontos no qual os profissionais da área de SST deveriam estar atuando junto aos projetistas: a cor Laranja representa o resultado de um questionário feito na pesquisa junto a profissionais atuantes no mercado; amarelo representa a sugestão feita pelo autor base (Kamardeen, 2010). E, em Azul estão representadas as atividades que em ambos (pesquisa e estudo) sugerem atuação dos profissionais de SST para o desenvolvimento do Projeto Seguro.

Como sugestão para melhor visualização e análise, fazer o download da imagem.

Você só pode responder ao questionário uma vez, mas pode editar as respostas até o encerramento do período de coleta de respostas ao questionário, no dia 25 de junho de 2021. As perguntas marcadas com asterisco (*) são obrigatórias.

Agradecemos sua colaboração!

Questão 1 – Em qual área você atua profissionalmente?

Opções de respostas (poderia ser marcado mais do que uma)

SST

Gestor de Projetos

Ambas

Outras: _____

Questão 2 – Qual sua formação básica?

Opções de respostas (poderia ser marcado mais do que uma)

Engenharia Civil

Arquitetura

Engenharia de Produção

Outras: _____

Questão 3 – Há quanto você atua na área?

Opções de respostas (assinar somente uma alternativa)

Menos de 5 anos

Entre 5 e 10 anos

Mais que 10 anos

Questão 4 – Diante do Fluxo de Trabalho Proposto, você entende que ações voltadas ao Planejamento de SST, que seriam de grande impacto no desenvolvimento dos Projetos Seguros no Brasil, estão mais relacionados ao que:

Opções de respostas (assinalar somente uma resposta)

Profissionais pesquisados sugerem – Estudos preliminares e Anteprojeto

Proposta de Kamardeen (autor base) – Anteprojeto e Detalhamento

Questão 5 – Considerando as atribuições e exigências da NR-18 quanto ao planejamento do PGR, quão representativa é a proposta de Fluxo de Trabalho?

Opções de respostas (escala Likert), onde:

0 – Nada representativa

10 – Totalmente representativa

Questão 6 – Na sua opinião, o Fluxo de Trabalho proposto apresenta, na escala, um processo de desenvolvimento adequado para que se possa gerar Projetos Seguros?

Opções de respostas (escala Likert), onde:

0 – Insatisfatório

10 – Satisfatório

Questão 7 – De acordo com a resposta da questão 6, quais seriam os pontos fracos, que demandariam melhorias ou pontos que deveriam ser lembrados para que o Fluxo de Trabalho proposto, seja mais satisfatório no sentido do desenvolvimento dos Projetos Seguros?

Opções de respostas: questão aberta

Questão 8 – De acordo com a resposta da questão 6, quais seriam os pontos fortes, que merecem destaque e avanços inclusive em novos estudos para que o Fluxo de Trabalho proposto, seja mais satisfatório no sentido do desenvolvimento dos Projetos Seguros?

Opções de respostas: questão aberta

Questão 9 – Na sua opinião, quais as limitações e / ou potenciais melhorias que um Fluxo de Trabalho pode oferecer como uma ferramenta orientativa aos profissionais envolvidos no processo?

Opções de respostas: questão aberta

Questão 10 - Caso tenha interesse, deixe seu e-mail para que possamos retornar os resultados obtidos

Opção de resposta: campo aberto para colocar o e-mail, não obrigatório.