



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNA OLIVEIRA SALLES
GABRIEL MUNIZ URPIA
JORGE SOL RUBIM PIRES DE SÁ
NATHÁLIA OLIVEIRA ROCHA
TIAGO LÚCIO MACÊDO SILVA**

**MODELAGEM BIM AS-BUILT DA AMPLIAÇÃO DO TRIBUNAL DE
JUSTIÇA DA BAHIA**

BRUNA OLIVEIRA SALLES
GABRIEL MUNIZ URPIA
JORGE SOL RUBIM PIRES DE SÁ
NATHÁLIA OLIVEIRA ROCHA
TIAGO LÚCIO MACÊDO SILVA

**MODELAGEM BIM AS-BUILT DA AMPLIAÇÃO DO TRIBUNAL DE
JUSTIÇA DA BAHIA**

Relatório final, apresentado ao Centro
Universitário SENAI CIMATEC, como
parte das exigências para a obtenção
da aprovação do Projeto Theoprax.

ORIENTADOR: Prof. MSc. Bruno
Leão de Brito

MODELAGEM BIM AS-BUILT DA AMPLIAÇÃO DO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DA BAHIA

Relatório final, apresentado ao Centro Universitário SENAI CIMATEC, como parte das exigências para a obtenção da aprovação do Projeto Theoprax.

BANCA EXAMINADORA:

Msc. Bruno Leão de Brito
Orientador Theoprax

Msc. Luara Batalha Vieira
Coordenadora do curso de Bacharelado em Engenharia Civil

Prof. João Lucas da Hora de Jesus
Docente / Gestor Theoprax

Juliana Sampaio Álvares
Professora convidada

Jéssica Aída Pereira da Silva
Profissional convidada

Carolina Neves Issa
Contratante

AGRADECIMENTOS

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, muitos desafios nos foram postos e como resultados obtivemos muitos aprendizados, tanto quanto valores. Concluimos com a certeza de que nos tornamos profissionais mais preparados para as provocações diárias da área de Engenharia Civil. No entanto, jamais caminhamos sozinhos ao longo dessa jornada.

Agradecemos primeiramente a Deus por nos proporcionar esta grande oportunidade de aprendizagem, e também por toda força ao amanhecer. Somos gratos aos nossos pais e familiares, por estarem sempre tão dedicados quanto a nossa criação.

A todos os funcionários do Centro Universitário SENAI CIMATEC por todo apoio, e por disponibilizarem um ambiente propício para o desenvolvimento de todas nossas atividades relacionadas com o projeto de conclusão de curso.

Também gostaríamos de agradecer a todos os professores que contribuíram direta ou indiretamente para nossa formação e conseqüentemente para nossa capacidade de realizar este projeto.

Aos colegas de sala, pela união que nos tornou grandes amigos, e também pelo empenho da solidariedade e companheirismo durante todo o curso. Agradecemos também aos amigos externos, pelos conselhos e palavras de carinho ao longo do curso e do projeto.

Ao nosso orientador Bruno Leão de Brito, por todo apoio, paciência e orientação ao longo da elaboração do Theoprax. Somos profundamente gratos pelos conhecimentos que nos passou.

Ao professor e gestor do projeto Theoprax, João Lucas da Hora, agradecemos-lhe por todo apoio e incentivo. A toda a banca avaliadora que prestigiou nosso trabalho e contribuiu para nossa experiência acadêmica e profissional.

Agradecemos a toda equipe do Setor da Construção Civil do SENAI CIMATEC, em especial a equipe responsável pela Obra de Ampliação do Tribunal da Justiça da Bahia. A todos, obrigada pela parceria, empenho e auxílio para obtermos um resultado de sucesso.

Por fim, agradecemos a nossa coordenadora de curso Luara Batalha Vieira, por toda dedicação, preocupação com a nossa educação na graduação, tanto quanto o incentivo e conhecimentos passados ao decorrer de todo o curso.

*A verdadeira viagem de descobrimento
não consiste em procurar novas
paisagens, mas em ter novos olhos.
Marcel Proust*

RESUMO

Considerando o ciclo de vida de uma construção que tem início com a concepção projetual e conclui-se com a reforma ou demolição de uma edificação, a fase de Uso e Operação é aquela com maior duração, necessitando de uma quantidade e qualidade de informações consideráveis. Atualmente a criação de *As-Built*, ou “como construído” na tradução literal para o português, é uma ação de coleta de informações que costuma acontecer ao longo da obra para assegurar que estas cheguem ao usuário final da edificação, permitindo assim um melhor uso e operação do empreendimento. No entanto, o desenvolvimento e a representação do *As-Built* é dificultado com o uso de sistemas CAD devido a impossibilidade, por exemplo, de acúmulo de informações em um arquivo único. Nesse quesito, o BIM aparece com ferramentas que permitem uma melhor gerência e troca de informações, permitindo com que essa seja passada adiante no ciclo de vida da construção de modo mais conciso e seguro. Desse modo, esta pesquisa propõe relatar os artifícios utilizados para o desenvolvimento do Projeto Theoprax, onde foi desenvolvido a modelagem do *As-Built* da disciplina construtiva, Instalações de Segurança e Combate a Incêndio, da obra de ampliação do Tribunal de Justiça da Bahia, dentro de um software BIM, que será utilizada na manutenção e operação da edificação. Durante o processo foi necessário a compatibilização entre si e com os demais disciplinas de projetos envolvidas. Como principal produto do trabalho tem-se a definição de requisitos básicos para o desenvolvimento de modelo BIM *As-Built* dentro de uma plataforma BIM.

Palavras-chave: *As-Built*; BIM; Compatibilização de Projetos; Gestão da Informação.

ABSTRACT

Considering the life cycle of a building that starts with the project design and concludes with the reform or demolition, the use and operation phase is the one with the longest duration, requiring a considerable amount and quality of information. Nowadays the creation of *As-Built*, is an information gathering action that usually happens throughout the construction to ensure that it reaches the end user of the building, allowing a better use and operation of it. However, the development and representation of *As-Built* is hampered by the use of CAD systems due to the impossibility, for example, of accumulating information in a single file. In this regard, BIM comes with better management and information exchange tools, allowing it to be passed through the construction life cycle more concisely and securely. Thus, this research proposes to report the artifices used for the development of the Theoprax project, where the *As-Built* modeling of the constructive discipline, Safety Installations and Fire Fighting, of the Bahia Court of Justice's expansion work was developed, which will be used in the maintenance and operation of the building. During the process it was necessary to be compatible with each other and with the other project disciplines involved. The main product of the work is the definition of basic requirements for the development of BIM *As-Built* model within a BIM platform.

Key words: *As-built*, BIM; Development; Information

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise do ciclo de vida da edificação	21
Figura 2 - Correlação entre parâmetros do conceito BIM	23
Figura 3 - Fluxograma das vantagens da utilização do <i>As Built</i>	31
Figura 4 - Comparação da produtividade nos setores da indústria	33
Figura 5 - Arranjo tradicional de equipes de projeto	36
Figura 6 - Arranjo de equipe de projeto multidisciplinar	37
Figura 7 - Compartilhamento de informações no modelo compartilhado	38
Figura 8 - Ilustração da metodologia de modelo federado	39
Figura 9 - Gráfico de possibilidade de interferência conforme o tempo de projeto	41
Figura 10 - Gráfico com porcentagem das causas de manifestações patológicas	42
Figura 11 - Fluxograma das atividades de compatibilização de projetos	45
Figura 12 - Fluxograma de delineamento da pesquisa	48
Figura 13 - Estrutura da equipe do projeto	50
Figura 14 - Sprinkler <i>Dependent</i> e Sprinkler <i>Up-Right</i>	59
Figura 15 - Visão 2D da rede de SPK do 3º pavimento	60
Figura 16 - Famílias de tubos duplicadas	61
Figura 17 – Conexão com desnível e redução de diâmetros	61
Figura 18 – Malha de ramais SPK do 2º pavimento	62
Figura 19 – Prumada de rede SPK	62
Figura 20 - Caixas de hidrantes utilizadas	63
Figura 21 – Visão 2D da rede de hidrantes do 2º pavimento.....	64
Figura 22 – Extintores de piso e de parede	65

Figura 23 – Visão 2D dos extintores e sinalização do 2º pavimento	66
Figura 24 – Placas de sinalização	66
Figura 25 – Registro de incompatibilidades	68
Figura 26 - Tubulação contornando a viga	69
Figura 27 - Tubulação contornando a viga	70
Figura 28 - Tubulação contornando a viga.....	70
Figura 29 – Tubulação contornando a viga na saída da passarela.....	70
Figura 30 – Encaminhamento com dupla inclinação	71
Figura 31 – Tubulação de ligação entre o 4º e 5º pavimento	71
Figura 32 – Região de inclinação e contornos nas rampas	72
Figura 33 - Visão da rampa	72
Figura 34 – Vista 3D da rampa com rede SPK	73
Figura 35 – Conflito entre rede de SPK e hidrantes	74
Figura 36 - Modelo compatibilizado	74
Figura 37 - Modelo compatibilizado	75
Figura 38 – Modelo compatibilizado	75
Figura 39 - Modelo compatibilizado	76
Figura 40 - Parametrização de hidrantes com caixa metálica	77
Figura 41 - Parametrização de hidrantes com caixa de vidro.....	77
Figura 42 – Parametrização de Sprinkler <i>Up-Right</i>	78
Figura 43 – Parametrização de Sprinkler <i>Dependent</i>	78
Figura 44 – Fluxograma do roteiro de modelagem BIM do <i>As Built</i>	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Barreiras de Implementação do BIM	25
Quadro 2 - O BIM e suas dimensões	27
Quadro 3 - Forma da questão de pesquisa como definição da estratégia de pesquisa	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.2	QUESTÕES DE PESQUISA	19
1.3	OBJETIVOS	19
2	CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES	20
3	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)	22
3.1	BIM NO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO	26
3.2	AS BUILT BIM	28
4	GESTÃO DA INFORMAÇÃO	32
5	TRABALHO COLABORATIVO	35
6	A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	41
7	MÉTODO DE PESQUISA	47
7.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	47
7.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	49
7.2.1	Estabelecimento contratual	50
7.2.2	Definição do escopo, cronograma e estrutura da equipe de projeto	50
7.2.3	Revisão bibliográfica	51
7.2.4	Estudo do empreendimento	52
7.2.5	Desenvolvimento do produto	53
7.2.5.1	Modelagem geométrica	54
7.2.5.2	Detecção e conferência de inconsistências	55
7.2.5.3	Adequação das inconsistências	55
7.2.5.4	Compaibilização	56
7.2.5.5	Parametrização	57
8	ESTUDO DE CASO	58
8.1	MODELAGEM GEOMÉTRICA	58
8.1.1	Modelagem de SPK	59
8.1.2	Modelagem de Hidrantes	64
8.1.3	Modelagem de Extintores e Sinalização	65
8.2	DETECÇÃO E CONFERÊNCIA DE INCONSISTÊNCIAS	68

8.3	ADEQUAÇÃO DAS INCONSISTÊNCIAS.....	70
8.4	COMPATIBILIZAÇÃO.....	74
8.5	PARAMETRIZAÇÃO.....	77
9	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE A – Relatório Técnico de Detecção de inconsistências Entre Execução e Projeto do Prédio de Ampliação do Tribunal de Justiça do Estado da Bahia.....	92

1 INTRODUÇÃO

Devido o grande aumento na diversidade de produtos, serviços, materiais e processos construtivos, um usuário comum, ao comprar um imóvel novo, desconhece todas as funções desse componente. (SILVA et al., 2018). O autor supracitado complementa que, dessa forma, o desenvolvimento e os avanços da indústria da construção civil acabam prejudicando as edificações em virtude do uso errôneo de suas funções, diminuindo assim sua vida útil.

O programa de uso, operação e manutenção passa a ser a referência e diretriz para que o empreendimento e seus sistemas atinjam sua vida útil estimada (OLIVEIRA, 2017). De acordo com o guia CBIC (2013), os programas de uso e operação tem por finalidade evidenciar que o correto uso e manutenção estão associados diretamente com a durabilidade da edificação. O mesmo ainda aborda que, por relatar outra relação de durabilidade além do projeto e execução de obra, se torna importante a prática de cuidados rotineiros no uso da edificação.

De acordo com Silva et al (2018), às atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios vem conquistando uma eminente importância na sociedade como forma de garantir a durabilidade e a conservação da funcionalidade das edificações.

O registro completo e confiável de todas as informações do empreendimento se torna fundamental para que, posteriormente, reformas e programas de manutenção possam ser executados sem que se afete a qualidade do empreendimento. (NAKAMURA, 2019).

No entanto, segundo a autora Nakamura (2019) ainda consta que é natural a realização de alterações, reformas e adaptações durante a execução da obra e ao longo da vida útil de um edifício, o que afeta o projeto inicial.

O *As Built*, expressão que significa “como construído”, visa registrar todas as transformações e alterações de um empreendimento realizadas com a evolução da obra, através de um desenho técnico, dado que, por se tratar de alterações não planejadas inicialmente, torna-se comum a ausência dos mesmos nas plantas. (ALMEIDA, 2016)

Desta forma, ao registrar tecnicamente as mudanças não documentadas, o projeto *As Built* assume grande importância na prevenção de danos dos imóveis. (PINHAL, 2014)

“Uma ferramenta com grande potencial para minimizar problemas nas fases de projeto e que também auxilia na gestão de facilidades é o BIM – *Building Information Modeling*” (RISSON, 2018). De acordo com o guia CBIC (2016), o paradigma BIM é uma metodologia que envolve tecnologia, processos e políticas permitindo a criação de um modelo virtual parametrizado em plataformas digitais para o uso em gerenciamento de dados e informações do projeto de uma edificação e ensaios de desempenho, através de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Segundo Mattos (2014), o BIM possui informações relativas à manutenção e operação da edificação, o que possibilita controlar a garantia de equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores, custos de operação, entre outros (apud RISSON, 2018).

A partir disso, conclui-se que o modelo BIM possibilita obter um projeto com maior visibilidade, entendimento, detalhamento e informação, tendendo a menores erros de compatibilização de projetos, redução de custos e tempo de retrabalho, além de auxiliar no processo de Manutenção pós-uso e operação do empreendimento.

Diante ao contexto mensurado, apresenta-se neste relatório o desenvolvimento de diretrizes da Modelagem BIM do *As Built* do sistema de Segurança e Combate a Incêndio da obra de ampliação do Tribunal da Justiça da Bahia. O projeto foi desenvolvido por um grupo de alunos do curso de

bacharelado em Engenharia Civil através da metodologia Theoprax aplicada na instituição.

O Theoprax é uma metodologia de ensino de origem alemã, cujo principal objetivo é incrementar a motivação na aprendizagem, através do desenvolvimento de projetos reais voltados para empresas. (FIEB, 2019). De acordo com a FIEB, a metodologia Theoprax abrange a prática da constatação de uma situação problema da empresa contratante, através de estudos realizados por um grupo de alunos orientados por especialistas da instituição SENAI, propondo soluções técnica-financeira para melhorias no processo ou no produto da empresa.

Deste modo, a equipe desenvolveu este projeto, através da solicitação da empresa contratante, levando em consideração a importância da gestão da manutenção e operação e à implementação da tecnologia BIM no setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O Setor da Construção Civil cada vez mais tende a crescer, aumentando assim a exigência quanto ao desempenho das edificações para atender às satisfações do usuário. Logo, requer melhor dinamismo das interações entre as fases do ciclo de vida do empreendimento, entre os projetos e construção. (SANTOS et al., 2017).

Em suma, de acordo com Santos et al. (2017), a dificuldade do envolvimento no arranjo tradicional de trabalho entre profissionais nas diferentes fases do ciclo de vida do edifício, acarreta em um produto com falhas de projeto, que resultam em desperdícios, e insatisfação do cliente na fase de uso e operação.

De acordo com Callegari (2007), os projetos devem conter informações fundamentais para obter eficiência do controle e qualidade em todas as atividades de produção do empreendimento. Para Almeida (2016), “os projetos devem ser adequados às necessidades atuais do cliente, em uma sociedade tecnológica e com informação rápida”, ou seja, os projetos devem ser inovadores para atender à essas expectativas.

Durante a obra podem acontecer alterações no projeto executivo, seja por inconsistências no projeto ou por falha da construção, todavia, essas modificações precisam ser documentadas para se tornarem acessíveis no pós obra, já que alguns elementos não estão visíveis. (ALMEIDA, 2016)

Segundo Almeida (2016), “O projeto *as built* ou “como construído” é de suma importância, pois é o projeto que deve representar fielmente a edificação para servir de banco de dados para consultas e para planejar modificações ou intervenções na edificação.”.

Para Ulrich (2001), as eventuais alterações exigidas devem ser registradas com versões atualizadas constantemente, com o objetivo de incorporar informações nos manuais de Uso e Manutenção, permitindo assim a identificação de sistemas e estruturas visíveis ou ocultas, possibilitando maior segurança aos futuros reparos e reformas.

Entretanto, para Almeida (2016), a atualização do projeto executivo para execução do *as built* não é uma atividade comum. O mesmo aborda que, fatores como ritmo acelerado da obra devido a falta de planejamento, falta de fiscalização e controle efetivo quanto às modificações na obra, dificilmente serão realizadas as documentações necessárias, sendo impraticável produzir um *as built* adequado.

Em estudo realizado por Dorneles (2006), o controle das alterações no projeto que aconteceram durante a fase de construção foram registradas no diário de obras e armazenadas, para servirem de informações na elaboração

do projeto *As Built*. Todavia, para Almeida (2016), “esse processo de transmissão de informações ainda é pouco ou nada automatizado.”.

Seguindo a tradição, o *As Built*, é geralmente elaborado através de levantamento métrico detalhado manualmente e posteriormente atualizando as informações nas plantas dos projetos executivos, utilizando a ferramenta AutoCAD. (NAKAMURA 2019)

Segundo Nakamura (2019), com o avanço das tecnologias, pode-se realizar a captura digital dos ambientes, resultando em dados mais precisos e com melhor qualidade, além da redução do tempo na análise. A autora supracitada cita “Esse é o caso, por exemplo, da sondagem com ultrassom de elementos estruturais.”. (IBID, 2019)

De acordo com a autora supracitada, o uso do BIM (*Building Information Modeling*) pode ser utilizado para a elaboração do *As Built* ao utilizar nuvens de pontos 3D captadas através do laser scan, que fornece dados de referências digitais, obtendo precisão com rapidez.

Apesar desses métodos atualmente já serem acessíveis quanto ao custo, como afirma os autores Clayton et. al (1998), de acordo com Almeida (2016), “[...] a maioria dos projetos de edificações se mantém em desenhos bidimensionais.”.

Em um estudo realizado por Goedert e Meadati (2008), comparou-se a utilização de ferramentas CAD e ferramentas BIM para elaboração de *as built*. Ao acompanharem uma obra em andamento, verificou-se que o método BIM requer mais tempo que o tradicional método de atualizações em plantas, visto que os modelos BIM, além da atualização, devem ser modelados (apud. ALMEIDA, 2016).

Contudo, os benefícios do uso do BIM sobrepõem para a gestão das instalações na fase de uso, operação e manutenção das edificações, otimizando a precisão e a visualização dos elementos construídos dispostos no

projeto. Além da presença de informações pertinentes dos objetos paramétricos modelados (GSA, 2011 apud. SANTOS, 2017).

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A questão principal desta pesquisa é:

a) Como viabilizar a modelagem do *As Built* em trabalho compartilhado com o uso do *Building Information Modeling* (BIM)?

Para as questões específicas têm-se:

a) Como viabilizar a troca de informações entre os envolvidos na modelagem do *As Built* visando à aplicação do trabalho colaborativo?

b) Como estruturar uma equipe de trabalho a fim de possibilitar a modelagem BIM *As Built*?

1.3 OBJETIVOS

Essa pesquisa visa possibilitar o trabalho colaborativo da Modelagem BIM do *As Built* do sistema de Segurança e Combate a Incêndio da obra de ampliação do Tribunal da Justiça da Bahia.

Como objetivos específicos, buscou-se:

a) Definir método de troca de informações para modelagem BIM do *As Built*;

b) Definir Estrutura do Grupo para o desenvolvimento do modelo *As Built* BIM;

c) Definir atribuições e responsabilidades do projeto para viabilizar a modelagem do *As Built* BIM;

2 CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES

O ciclo de vida do produto (CVP) corresponde à trajetória completa de um produto ou serviço, da introdução à sua retirada do mercado, abordando as fases de introdução, crescimento, maturidade e declínio (ARAÚJO, 2014).

Há pouco tempo atrás, apenas às etapas de projeto e execução da obra eram consideradas como parte do processo de construção (ALVIN; CAMARINI, 2017). Porém, segundo os autores, atualmente essa visão vem sendo substituída pela percepção de que a produção da edificação deve ser vista em todo seu ciclo de vida.

Os autores supracitados ainda abordam que, por se tratar de um bem durável, as edificações devem ter uma longa vida útil, sendo necessárias ações após a entrega da edificação que garantam seu desempenho e durabilidade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15.575 (2013), define a vida útil como o “[...] período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas, elementos e componentes se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos.”, abordando critérios básicos para cumprimento do mesmo.

Sendo assim, pode-se concluir que a NBR 15.575, norma de desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) veio a reafirmar a visão do empreendimento em todo o seu ciclo de vida.

Desse modo, em linhas gerais, o ciclo de vida de um edifício tem início na idealização do empreendimento até a demolição do mesmo ou destinação para outro fim que não seja o inicial (GROSSI, 2018), como mostra a figura 1.

Figura 1 - Análise do ciclo de vida da edificação

Fonte:Grossi (2018)

Segundo Resende (2014), o ciclo de vida ainda pode ser dividido em duas grandes fases, a de produção, onde abrange o planejamento, projeto e execução, e a fase de uso, que abrange o uso, manutenção, demolição e reciclagem (apud ALVIN; CAMARINI, 2017).

Grossi (2018) também aborda que o “[...] ciclo pode ser dividido basicamente em três partes: Pré-obra, Obra e Pós obras”. De acordo com o mesmo, dentro de cada parte, tem-se as fases de cada uma delas, como o projeto, a construção e a operação do empreendimento.

Cada etapa apresentada gera uma quantidade de trabalho considerável que deve ser seguida de acordo com cada tipo de obra (IBID, 2018).

3 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

O paradigma BIM (Building Information Modeling), ou em português Modelagem da Informação na Construção, foi difundido em 1975, primordialmente, por Charles Eastman, professor da Georgia Tech School of Architecture e diretor do Digital Building Laboratory. O mesmo conceitua BIM como um modelo virtual que utiliza de um ambiente colaborativo para realização de projetos, que por sua vez tem a capacidade de lidar com todas as fases do ciclo de vida segundo o Guia CBIC (2016).

Segundo Eastman (2014), o desenvolvimento dessa tecnologia na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC) é uma das mais promissoras. Em um mundo ideal, os modelos computacionais gerados nos projetos compõem todas as informações necessárias para um ótimo desempenho da edificação, possuindo geometrias perfeitas e dados relevantes como especificações de materiais e fabricantes utilizados, aborda o autor.

O American Institute of Architects – AIA define BIM como “uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto”.

O Instituto Nacional de Ciências da Construção (NIBS) define BIM como “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação”.

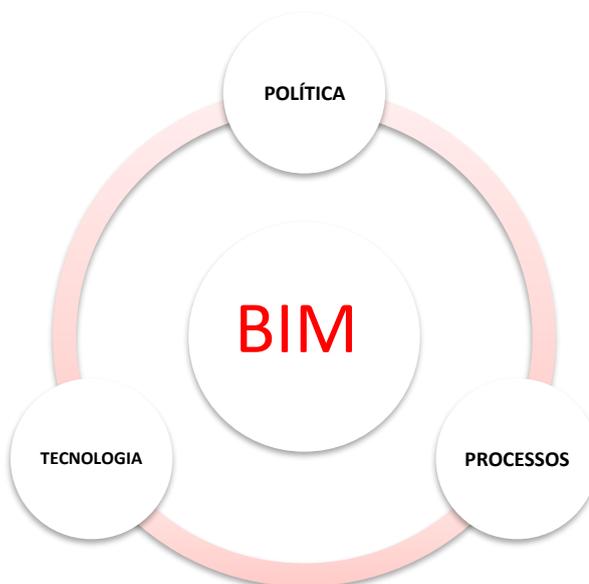
O BIM serve como um recurso de conhecimento compartilhado sobre a instalação, formando uma confiável base de informações para tomada de decisões durante seu ciclo de vida do início ao fim” (ATKINS et. al., 2012 **tradução nossa**).

Sendo assim, BIM é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de

informações sobre uma edificação ou instalação que se deseja construir, usar e manter (GUIA CBIC, 2016).

De acordo com Succar (2009), o BIM compreende três pilares básicos: o da tecnologia, do processo e da política, conforme correlação apresentada na figura 2.

Figura 2 - Correlação entre parâmetros do conceito BIM



Fonte: Adaptado de (SUCCAR, 2009 apud BRITO, 2018).

Se entende por tecnologia em BIM, a possibilidade de inovações para ferramentas assistidas por computador que permitam maior eficiência, produtividade e rentabilidade na área da AEC (SUCCAR, 2009 apud BRITO, 2018). Como processo, envolve a mudança do fluxo de trabalho tradicional para o compartilhado entre os envolvidos no ciclo de vida do projeto do edifício. Em política, o foco está nas diretrizes aplicando boas práticas, pesquisas, alocações de benefícios e redução de conflitos entre os participantes dos processos, disserta o autor supracitado.

A importância do BIM se dá ao fato de que, quando aplicado corretamente, tende a ser o melhor custo benefício, pois tende a reduzir o orçamento do projeto, aumentando a produtividade e alcançando melhor qualidade, assim como reduz o prazo de entrega do empreendimento, diminuindo retrabalhos e desperdícios (AZHAR, 2011 apud DEGASPERI et al., 20-?).

Segundo Azhar (2011, **tradução nossa**), o BIM pode ser aplicado com a finalidade de obter benefícios como:

- Visualizações 3D de fácil renderização;
- Desenhos de produtos de fabricação com especificação de fácil visualização e detalhamento;
- Revisões de projetos;
- Estimativas de Custo podem ser extraídas automaticamente quando o modelo estiver em andamento, completo e após alterações;
- Planejamento da Execução da Construção: com o modelo em execução, pode-se coordenar o projeto quanto aos prazos do cronograma, entrega e pedidos de materiais;
- Detecção de Conflito, Interferências e Colisões: Pode-se verificar se há um choque físico e espacial automaticamente entre os principais sistemas, ao exemplo de tubulações que se cruzam;
- Análise Forense de Sistemas: O modelo pode ser adaptado para ilustrar simulações como planos de evacuação, falhas e vazamentos;
- Gerenciamento de *Facilities*: O modelo pode ser aproveitado para o gerenciamento do uso e operação na manutenção, tal como em reformas.

Cabe destacar que o BIM não é apenas um *software* que executa desenhos inteligentes em 3D, mas sim um processo que envolve diversas figuras no desenvolvimento do projeto de AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) trazendo mudanças relevantes nos fluxos e processos de trabalho para entrega do produto (HARDIN, 2009 apud AZHAR, 2011, **tradução nossa**).

Apesar das inúmeras vantagens que a implementação do BIM pode trazer, ainda existem barreiras que dificultam a sua disseminação, tais como políticas legais, econômicas, sociedade e cultura. De acordo com Liu (2015), as principais barreiras relatadas nas literaturas podem ser categorizadas no Quadro 1 (PAIVA, 2016).

Quadro 1 - Barreiras de Implementação do BIM

Categoria	Ítem	Literatura
Falta de padronização nacional	Padronização nacional incompleta	Bernstein & Pittman, 2004; Thomson & Miner, 2006; Björk & Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu & Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014
	Falta de compartilhamento de informações BIM	
Alto custo de implementação	Alto custo inicial de software	Allen Consulting Group, 2010; Thomson & Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014
	Alto custo do processo de implementação	
Falta de profissionais capacitados	Falta de profissionais	Smith & Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013 ; Wu & Issa, 2014
	Alto custo de treinamento e educação	
Problemas organizacionais	Problemas de processos	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu & Venkatesh, 2014; Demian & Walters, 2014
	Curva de aprendizado	
	Falta de interesse por funcionários mais antigos/experientes	
Problemas legais	Responsabilidade contratual	Thomson & Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012
	Problemas de licenciamento	

Fonte: (Liu, 2015 apud Paiva, 2016).

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção realizou estudos com base nos principais obstáculos para implementação do BIM no Brasil, e traz como resultados: a inércia e resistência às mudanças no aspecto comportamental humano, dificuldades de entendimento e compreensão devido à complexidade do paradigma BIM (CBIC, 2016 apud PAIVA , 2016).

Além das dificuldades operacionais e comportamentais, a CBIC (2016) considera como obstáculo as barreiras culturais e particularidades do ambiente brasileiro, pois ainda há uma vasta desvalorização quanto ao planejamento e o projeto. Além do mais, são poucos os profissionais suficientemente capacitados

em BIM no mercado nacional e a população ainda acredita nas soluções 'rápidas e baratas'.

3.1 BIM NO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

O BIM, por ser considerado como a união entre produto, processo e ferramenta, resultando em um modelo de informação a partir de atividades essenciais durante todo ciclo de vida do empreendimento, utilizando como ferramenta softwares capazes de executar a idealização e explanação do modelo de edificação (NIBS, 2008 apud BRITO, 2018).

Com isso, a questão da integração da informação não envolve somente a área de projetos, mas sim a cadeia produtiva da construção civil como um todo (ADDOR et al, 2010). Os autores citam que, “[...] a relação de interdependência entre todos os participantes do setor é enorme e direta, começando no projeto, passando por planejamento, subcontratados de obra, obra, pós-ocupação e manutenção.”

“A aplicação, gestão e uso das informações do modelo, proporciona diversos usos além do projeto, como planejamento, orçamento, sustentabilidade e operação das edificações.” (GONÇALVES, 2017).

Tal afirmação pode ser ratificada nos níveis de dimensões da modelagem descritas por Addor et al (2010), sendo elas:

- 3D (modelo paramétrico, onde o protótipo virtual é representado em três dimensões);
- 4D (tempo e planejamento de execução da obra, onde é permitido vincular o modelo ao cronograma, tarefas a serem realizadas e tempo de cada uma delas, assim como o planejamento de andamento da obra);

- 5D (orçamento, que, com os quantitativos extraídos do modelo, pode ser realizado através da utilização de códigos de sistemas de orçamento, como a TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos);
- 6D (manutenção e operação, onde há possibilidade de verificar as segurança do trabalho, respectivamente).

Por se tratar de um paradigma recente, é comum a aparição de diversas vertentes sobre o assunto. A nomenclatura 6D e 7D ainda causam certa confusão pelo fato alguns autores abordarem essa nomenclatura com a classificação trocada, sendo o 6D representado pela sustentabilidade e o 7D no uso e operação. Para Parn, Edwards e Sing (2017), os níveis de dimensões de modelagem se apresentam de outra forma, como mostra o quadro 2, sendo um pouco distintos da estrutura apresentada por Risson.

Quadro 2 - O BIM e suas dimensões

Dimensão	Descrição	Impacto sobre os intervenientes
3D	Representa o projeto da edificação com dados geométricos, descrições paramétricas e normas relacionadas para a construção.	Equipe de projeto e fornecedores
4D (3D + tempo)	Ligação entre o planejamento e o modelo 3D para obtenção do processo construtivo ao longo do tempo.	Construtoras e empreiteiras
5D (3D + custo)	Adição do custo dos elementos construtivos no modelo 3D.	Orçamentista
6D (3D + FM)	Integra a gestão de instalações e informações do ciclo de vida da edificação.	Gestores de instalações, proprietários
Nd (3D + ...Nd)	Outras dimensões associadas ao modelo BIM	Interveniente específico

Fonte: Adaptado de Pärn, Edwards e Sing (2017) *apud* Santos (2017)

De acordo com o projeto apoio aos diálogos setoriais União Europeia - Brasil (2015), o impacto do BIM não se limita às edificações, mas alcança desde a indústria de produtos e materiais, passa pelos projetos e obras de edifícios, estradas e outros tipos de infraestrutura e se prolonga pela manutenção e desmonte ou reuso destas obras. Entretanto, o setor da construção de edifícios pode ser visto como elemento central deste processo de difusão, pois cria demanda para os demais setores e assim sendo, neles orienta a difusão do BIM.

3.2 AS BUILT BIM

O projeto *as built* (como construído) consiste na atualização dos projetos executivos, no qual são registradas as alterações efetuadas durante a produção da obra, de modo que seu término represente fielmente o que foi executado (SILVA, 2004). De acordo com a autora, a elaboração de projetos *as built* é de suma importância para ser entregue ao cliente final com o objetivo de ter informação para o uso, operação e manutenção dos edifícios.

A retroalimentação das modificações ao longo do processo de projeto e construção das edificações auxilia no controle da elaboração do projeto *As Built*, colaborando dessa forma com a qualidade do projeto e do produto, atendendo maiores expectativas (SILVA, 2004).

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 14.645 (2005) Elaboração do como construído (*as built*) tem como objetivo padronizar os métodos e procedimentos na elaboração do *As Built* a fim de mitigar erros nesta atividade da engenharia de construção civil (NAKAMURA, 2019).

A elaboração de *as built* consiste no levantamento métrico de todos os elementos que compõem a edificação, transpondo as informações reais dos sistemas construtivos, em um desenho técnico (SALVIANO; NETO, 2016).

Durante a obra, o projeto sofre alterações que vão sendo revisadas também e registradas como marcações de campo, e principalmente, na planta. Então, o documento começa na revisão zero e vai ganhando letras ou números cada vez que tem alterações (SALVIANO; NETO, 2016).

Para Dorneles (2006), o diário de obras é um método utilizado para controle das modificações de projeto, e esse documento tem serventia para elaboração do projeto *as built* no final da obra.

A importância do projeto *As Built* é tanta, que no intuito de regulamentar a sua execução, em 2012 foi sancionada a Lei nº 6631 (RIO DE JANEIRO, 2012), que obrigava a elaboração e a entrega deste projeto (ALMEIDA, 2016). Porém de acordo com o autor, “[...] esse processo de transmissão de informações ainda é pouco ou nada automatizado”.

Novas tecnologias têm surgido para potencializar o processo de produção do projeto *as built*. Memon, Majid e Mustaffar (2005) apresentaram um estudo sobre um modelo de monitoramento automático de progresso de projeto utilizando CAD e fotografias digitais. Huber et al (2008) e Pătrăucean et al. (2015) realizaram estudos da modelagem automática do projeto *as built* com a utilização de escaneamento a laser. Golparvar-Fard, Peña-Mora e Savarese (2011) relacionaram os dados obtidos com o escaneamento a laser e a utilização de realidade aumentada para visualização integrada tanto do *as built* como no próprio momento da construção (ALMEIDA, 2016).

Novos processos vêm sendo implementados para automatizar a elaboração do *as built*. Segundo Araújo (2017), devido ao reconhecimento da Indústria da Construção Civil em automatizar os processos para execução de *as built*, novas tecnologias vêm sendo implementadas a nível e custo acessível.

Pelo fato do BIM ser baseado em um modelo associado a um banco de dados de informações sobre um projeto (AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS– AIA, 2015), o mesmo é considerado adequado para a produção de modelo *as built* (ALMEIDA, 2016).

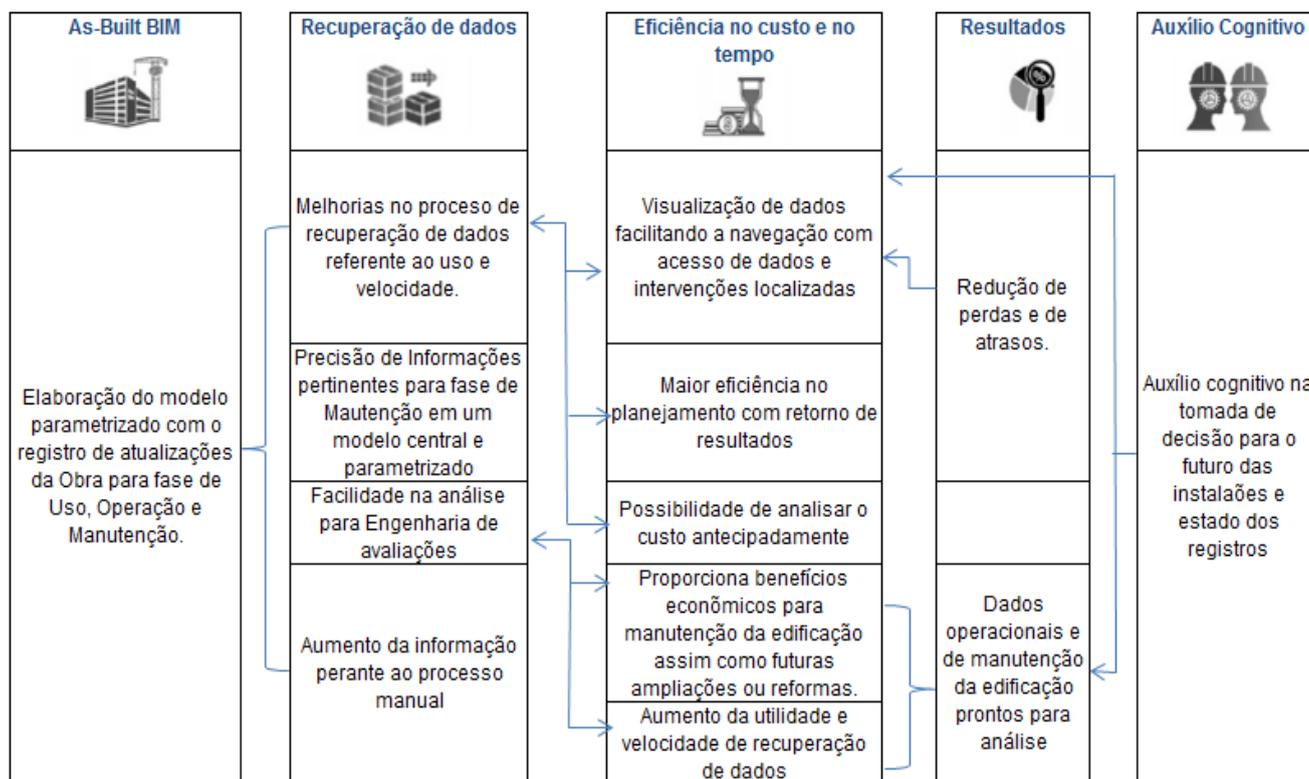
Araújo (2017) ainda aborda o uso de *laser-scanning* para captura dos elementos construtivos para a modelagem de *As Built* em BIM. O escaneamento a laser (3D), consiste em tecnologia de imagem que fornece precisão e detalhamento dos dados 3D sobre captura de dados digitais por meio de uma nuvem de pontos tridimensionais, que podem ser utilizadas para a criação de modelos *As Built* 3D em BIM, complementa Araújo.

Em 2016 foi divulgado um projeto de Lei nº 6.619, propondo uma edição ao § 1º do art. 7º da Lei nº 8.666, onde em sua redação apresentaria a obrigatoriedade do uso do BIM na execução de projetos. Segundo o INBEC (2018), a partir de 2021 será obrigatório o uso da Modelagem da informação da Construção, conforme apresenta o Decreto nº 9.377 (2018).

Para tanto, o BIM *as built* proporciona visualização, registro preciso do local, relações dos sistemas construtivos e acesso aos dados da construção, obtendo um grande potencial para a utilização desse modelo na fase de uso, operação e manutenção dos empreendimentos (SANTOS, 2017). Tal aplicação, apresenta vários benefícios, auxiliando nas futuras reformas e renovações, assim como no programa de manutenção, complementa Santos.

O fluxograma abaixo demonstra, de forma sucinta, os principais benefícios da utilização desse modelo no uso das edificações (SANTOS, 2017).

Figura 3 - Fluxograma das vantagens da utilização do *As Built*



Fonte: Adaptado de Santos (2017)

Com os avanços dos estudos do BIM e seu crescente grau de detalhamento, foram criados níveis de modelagem chamados de LOD (level of development) (SANTOS, 2017). Essa classificação foi criada pela AIA (Instituto Americano de Arquitetura) a fim de organizar as etapas do desenvolvimento de um projeto e suas fases em BIM (GONÇALVES, 2017).

O LOD possui uma escala de 100 a 500, segundo Parn, Edwards e Sing (2017), sendo o LOD100 um modelo de baixa definição e o LOD500 o modelo as-built (como construído) em alta definição (apud SANTOS, 2017).

4 GESTÃO DA INFORMAÇÃO

O conceito de informação deriva do latim e significa um processo de comunicação ou algo relacionado com comunicação (Zhang, 1988 apud BRAGA, 2000), mas na realidade existem muitas e variadas definições de informação, cada uma mais complexa que outra. Podemos também dizer que Informação é um processo que visa o conhecimento, ou, mais simplesmente. Informação é tudo o que reduz a incerteza... Um instrumento de compreensão do mundo e da acção sobre ele (ZORRINHO, 1995 apud BRAGA, 2000).

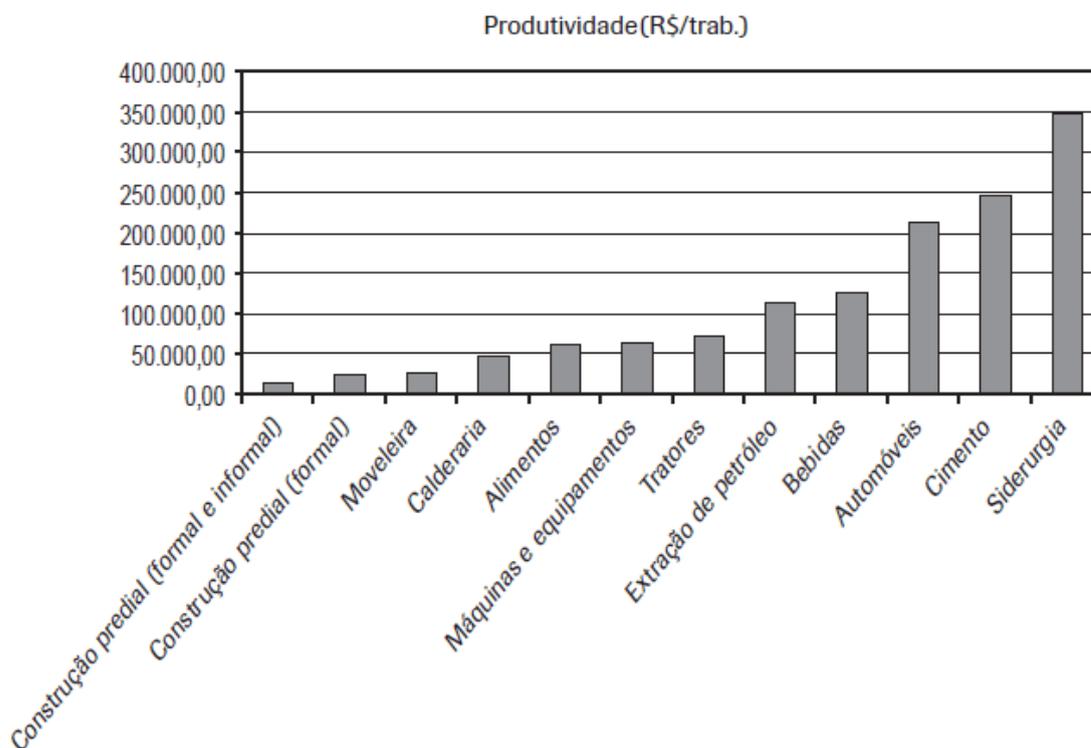
Gerir a informação é, assim, decidir o que fazer com base em informação e decidir o que fazer sobre a informação. É ter a capacidade de seleccionar dum repositório de informação disponível aquela que é relevante para uma determinada decisão e, também, construir a estrutura e o design desse repositório. (ZORRINHO 1995, apud BRAGA, 2000).

Aponta-se então que o principal objetivo de uma política de gestão da informação é garantir que todos os dados cheguem às pessoas certas sem que ocorram erros ou problemas de integridade, apoiando a política global da empresa, na medida em que torna mais eficiente o conhecimento, a articulação e o armazenamento de informações entre os vários subsistemas que a constituem (SILVA, 2009).

A autora supracitada ainda disserta sobre como a gestão de informação, quando bem integrada à cadeia operacional da empresa, afeta diretamente a sua produtividade, dando ao negócio a capacidade de melhorar suas rotinas de tomada de decisão e, como consequência, ampliar as taxas de sucesso do empreendimento. Segundo Camargo (2018), g, prevenindo possíveis erros, assim como o armazenamento de dados retroativos, garantindo a realização de análises preditivas.

Porém, quando se trata da gestão de informação relacionada à engenharia civil o cenário muda de figura. A construção civil ainda adota métodos bastante arcaicos de execução e é caracterizada como tradicional e conservadora no Brasil, devido, principalmente, aos investimentos na década de 70 que não exigiam padrões de qualidade, não buscando inovações (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Esse cenário ainda é intensificado pela mão de obra utilizada não ser qualificada e especializada, dificultando a implementação de inovações básicas dentro do setor (MELHADO, 2001), resultando na baixa produtividade quando comparado a outros setores da indústria, as quais apresentam uma tecnologia e gestão de informações mais avançadas, como demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Comparação da produtividade nos setores da indústria



Fonte: Mello e Amorim (2009)

Ponderando as consequências do método arcaico na construção civil, se faz necessário buscar crescentemente o avanço em tecnologia e gestão da informação, que, hoje, é facilitada em virtude da evolução da internet e da existência de computadores de rede global que cooperam a comunicação, coordenação e a colaboração entre os profissionais envolvidos em todo o processo (LÁZARO, 2010).

A economia da informação volta-se para o mercado, onde a atenção se concentrou no aumento das vantagens competitivas, auxiliando as estratégias de negócios, o uso comercial e empresarial das redes de informações e as implicações econômicas dos Sistemas de Informação (MARTINS, 2014).

Segundo Casarin (2018), a crise vem vivificando essa busca por modernização na indústria da construção civil através de iniciativas que procuram agregar mais tecnologia às atividades, desde o planejamento até o acabamento final, em um território onde os métodos ainda são considerados defasados.

“Uma gestão eficiente da informação produzida e partilhada pelos intervenientes no processo construtivo, tende a potenciar a eficiência das empresas, permitindo ganhos de qualidade, produtividade e redução de custos.” (LÁZARO, 2010).

5 TRABALHO COLABORATIVO

Segundo Andréa Magalhães (2014), é característico dos humanos manter-se em comunidade e, na mesma, desenvolver atividades cooperativas na intenção de alcançar os melhores resultados para o benefício comum de todos. A autora cita que a competitividade agravada com os fenômenos da globalização estimula as empresas a desenvolverem métodos cada vez mais rápidos, flexíveis, personalizados e com níveis de qualidade cada vez mais altos. Sendo assim, a mesma conclui que, o trabalho desenvolvido em equipe é hoje uma das principais estratégias de negócio que mais são demandadas a fim de vencer desafios impostos pelo mundo globalizado.

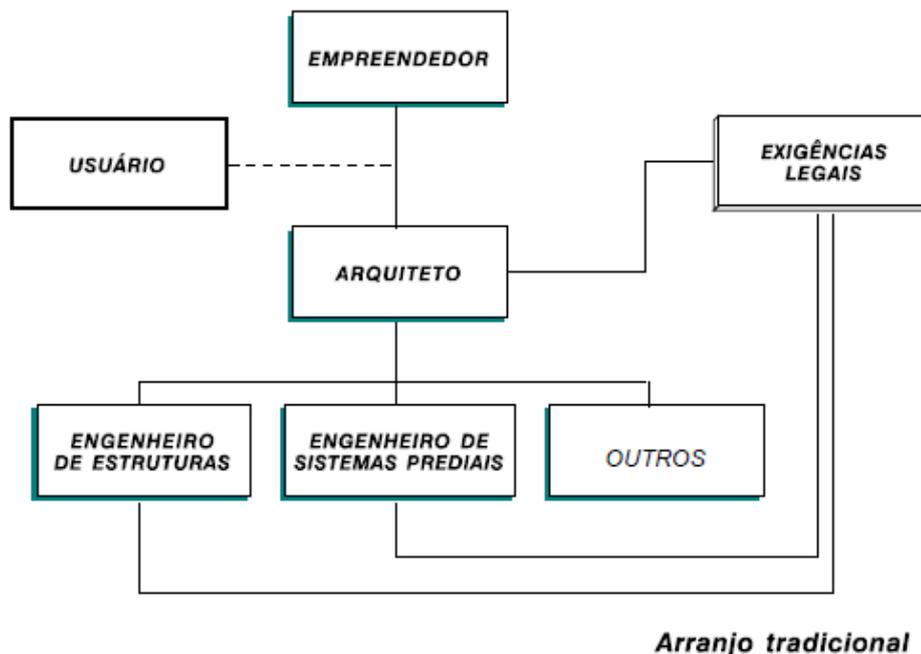
A colaboração é embasada em 4 elementos, a comunicação, coordenação, memória e percepção que se correlacionam, pois, para haver colaboração, é necessário a troca de informações, organização e ação em conjunto em um espaço de trabalho coletivo com o propósito de se informar sobre o que está acontecendo e adquirir as informações necessárias para o seu trabalho (MAGALHÃES, 2014).

Segundo Lázaro (2010), a construção civil resulta num grande trabalho de equipe, onde há uma interação entre profissionais de diferentes especialidades com atribuições pré-definidas. O mesmo complementa que, devido à concomitância da realização das atividades, torna-se imprescindível a existência de modelos de informação que admitam o compartilhamento contínuo e atualizado de informações comuns entre os profissionais envolvidos no processo construtivo.

Costa (2013) aborda que o arranjo tradicional de equipes de projeto (figura 5) desorienta o modelo de informação contínuo e atualizado em virtude das informações serem produzidas de maneira linear e paralela. o mesmo ainda aborda que, a divisão de responsabilidades pelos profissionais habilitados em cada disciplina de projeto (arquitetura, elétrica, hidráulica, estrutural...) e sua

produção isolada, assim como o desenvolvimento de projetos complementares com base em projetos não finalizados e sua compatibilização tardia, dificulta o controle de arquivos e informações de interesse conjunto, ocasionando diversas interferências (COSTA, 2013) .

Figura 5 - Arranjo tradicional de equipes de projeto

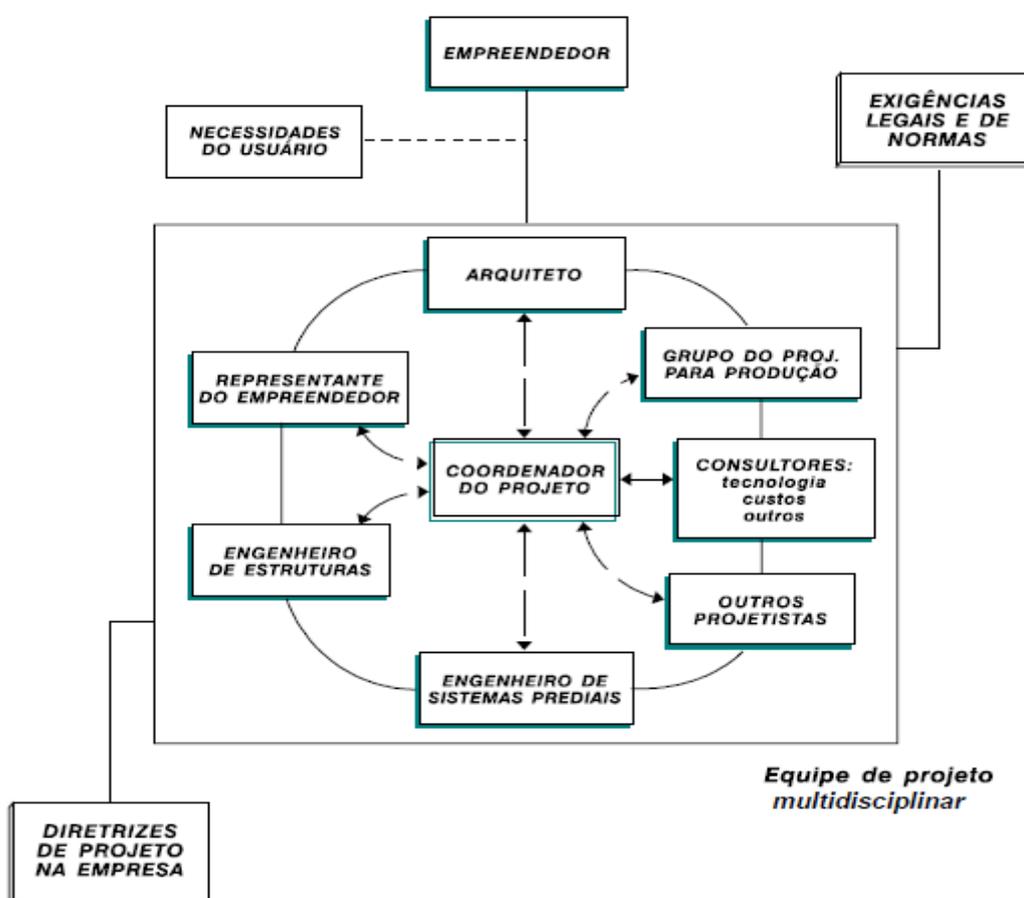


Fonte: Adaptado de Melhado (1995) *apud* Moritani (2008)

Levando em consideração que “[...] a gestão da informação no desenvolvimento de projetos de construção contribui em muito para a eficiência desta tarefa” (LÁZARO, 2010), a adoção de um arranjo de equipe de projeto multidisciplinar (figura 6) tem se tornado cada vez mais frequente. Nesse arranjo surge um novo integrante, Coordenador de Projeto, o qual exerce o papel de coordenar as atividades e interagir com todos os envolvidos no processo de projeto, com o objetivo de alcançar soluções integradas (MIKALDO JR., 2006 *apud* COSTA, 2013).

Segundo Costa (2013), o coordenador planeja, gerencia e aloca recursos, ajusta as prioridades, coordena interações com clientes e usuários e mantém a equipe do projeto concentrada, estabelecendo também, um conjunto de práticas que asseguram a integridade e a qualidade dos produtos de trabalho, incluindo a compatibilização dos diversos projetos envolvidos. “Para Melhado (2005), o coordenador de projetos tem que possuir um amplo conhecimento multidisciplinar (incluindo produto e produção) e uma elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar profissionais das equipes de projetos e seus trabalhos.” (apud COSTA, 2013).

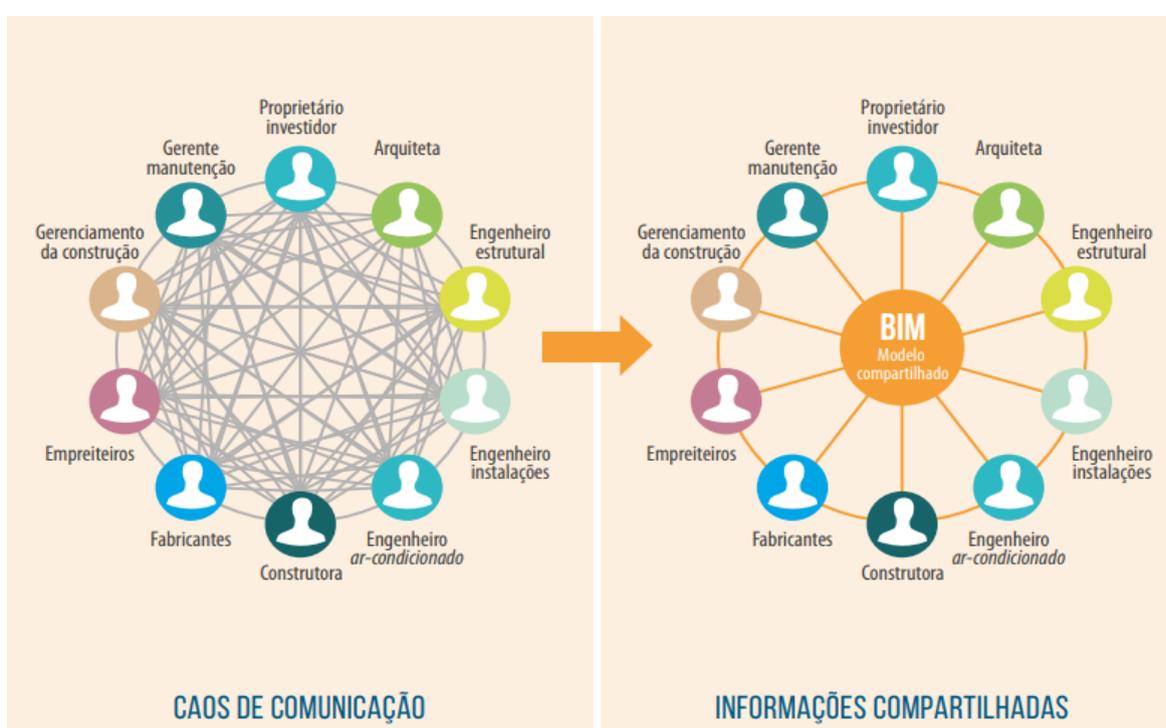
Figura 6 - Arranjo de equipe de projeto multidisciplinar



Fonte: Adaptado de Melhado (1995) *apud* Moritani (2008)

Nesse contexto, vem sido desenvolvidas várias ferramentas colaborativas que admitem a interação entre os membros envolvidos no processo construtivo, auxiliando a comunicação e colaboração entre eles, com o intuito de melhorar a gestão da informação na construção e, conseqüentemente, a diminuição dos impactos resultantes da distância física e sua troca de informações (LÁZARO, 2010), como mostra a figura 7.

Figura 7 - Compartilhamento de informações no modelo compartilhado



Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016)

Segundo o guia AsBEA (2015), a ferramenta vigente, que permite a colaboração contínua e concomitante, é a de modelo federado, incorporado na tecnologia BIM, a qual proporciona o desenvolvimento de modelos próprios vinculados a um único modelo central integrado, viabilizando o conhecimento

imediatamente por todas as disciplinas assim como a atualização de toda a informação.

Lowe e Muncey (2009) completa que o modelo federado é definido como um modelo composto por modelos distintos e ligados logicamente, em que sua fonte de dados não perdem a identidade ou integridade por estarem ligadas; então, uma mudança feita em um dos modelos não cria mudanças nos demais componentes do modelo federado (apud MANZIONE, 2015).

A Figura 8 representa a utilização do modelo federado e os componentes envolvidos no processo.

Figura 8 - Ilustração da metodologia de modelo federado



Fonte: Manzione (2015)

A partir disso, pode-se concluir que o trabalho colaborativo quando bem aplicado pode ser muito benéfico para a empresa e seus profissionais. Segundo Silva (2017), os três principais benefícios de promover a colaboração nas

empresas são o aumento de produtividade, da criatividade e da inovação, além de promover e fortalecer uma *mindset* de crescimento, pois reduz o nível de competição e propicia a confiança entre os indivíduos no ambiente de trabalho.

6 A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

O surgimento do profissional de compatibilização se deu a partir da década de 80, quando devido a uma situação econômica e política, houve a necessidade do nascimento de escritórios especializados que passaram a terceirizar projetos para grandes construtoras (NASCIMENTO, 2015). Nesse cenário, cresce a importância de uma figura que coordene e compatibilize todas as informações de projetos menores para conceber um maior como um todo, afirma o autor.

De acordo com Picchi (1993), o exercício de identificar interferências através da sobreposição de projetos, além de promover atividades de coordenação e reuniões com projetistas envolvidos para solucionar tais incompatibilidades conceitua a compatibilização de projetos.

Segundo Callegari (2007), “A compatibilização consiste na ação do gerenciamento e integração dos projetos, tendo como objetivo a sincronização entre os mesmos, eliminando os conflitos entre os projetos relacionados a determinada obra, simplificando a execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções” (apud MONTEIRO et al., 2017) .

A compatibilidade é definida como atributo do projeto cujos componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, que possui dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra (GRAZIANO, 2003 apud MIKALDO; SCHEER, 2008).

A construção de um empreendimento envolve diversos projetos que vai desde arquitetônico e estrutural, até os sistemas de instalações: elétricas, hidrossanitárias, entre outras. Logo, a compatibilização de projetos torna-se um rumo ao futuro das construções (MONTEIRO et al., 2017).

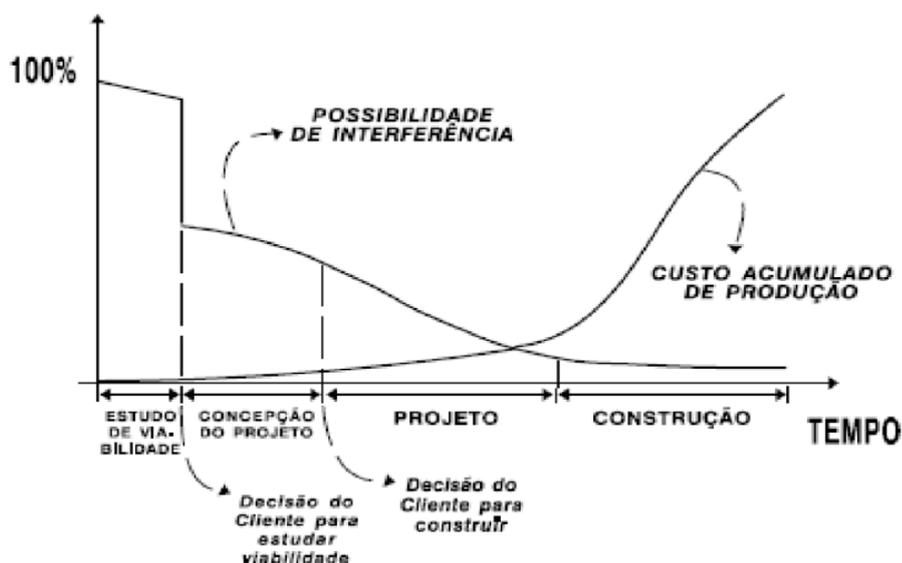
A divisão de especialidades dos projetistas e o distanciamento do contato direto entre as fases de projeto e execução aumentam as possibilidades de erros

nas interferências entre os sistemas e elementos que compõem os projetos. De acordo com Monteiro (2017), “Essa prática do uso da compatibilização de projeto, que é a análise de interferências físicas na edificação entre as várias especialidades, faz-se necessária para qualquer construção”.

Quanto maior for o aprofundamento em estudos e investimento aplicado na fase inicial do projeto, o empreendimento se tornará mais econômico e a satisfação com o cliente tende a aumentar (ÁVILA, 2011 apud NASCIMENTO, 2015), conforme mostra a Figura 9.

Segundo Ávila (2011), ao passo que as etapas do projeto evoluem, torna-se cada vez mais difícil a possibilidade de alterações, pois os erros na fase de execução resultam em retrabalho tanto no projeto quanto no Canteiro de Obras, tornando o empreendimento menos eficiente perante o mercado, já que delonga o tempo de entrega e aumenta o custo na produção com mão de obra, materiais e insumos (apud NASCIMENTO, 2015).

Figura 9 -Gráfico de possibilidade de interferência conforme o tempo de projeto

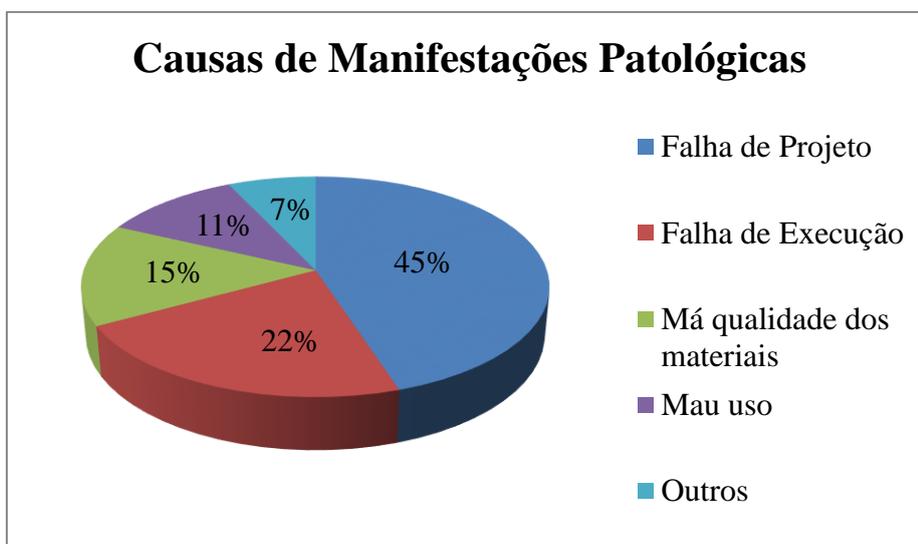


Fonte: Hammarlund e Josephson, 1992 apud. Menegatti, 2015

A importância da compatibilização no desenvolvimento de projetos é aparente quando se computam os prejuízos causados pelas interferências e incompatibilidades de projetos detectadas em obra, e pelos inevitáveis retrabalhos, improvisações e patologias construtivas subsequentes. Segundo Castro (1999), um dos problemas mais recorrentes nas diversas manifestações patológicas encontradas em edifícios de estrutura metálica é a interferência entre o projeto estrutural e os de instalações, vindas de incompatibilidades de projetos ou alterações durante o andamento da obra (TONISSI; GOES, 2011).

Segundo Rodriguez (2001), citado em Tossisi e Goes (2011), estudos realizados na Europa apontam que a maior quantidade de falhas na construção das edificações tem origem em problemas relacionados ao projeto. A figura abaixo representa o gráfico das principais causas para o aparecimento de patologia na construção.

Figura 10 - Gráfico com porcentagem das Causas de Manifestações Patológicas



Fonte: Adaptado de Rodriguez, 2001, apud. Tonissi e Goes, 2011

O modo mais usual de realizar compatibilização de projetos é através da sobreposição de plantas (desenhos 2D) de diferentes disciplinas de mesmo eixo

e nível, camada sob camada (*layer by layer*), seja manual ou utilizando a ferramenta AutoCAD (FORMOSO, 1993 apud. MONTEIRO et al., 2017). O autor supracitado verifica com essa prática verifica-se: incompatibilidades entre diferentes projetos, erros ou diferenças de cotas, níveis e alturas, falta ou inadequação de detalhamento dos projetos e falta de especificações de materiais componentes, além de legendas erradas ou ausentes.

“Apesar de ser uma prática que sempre foi muito usada, pode ser muito improvável analisar as interferências da diversidade de projetos da obra com precisão”. (FORMOSO, 1993 apud. MONTEIRO et al., 2017).

Hoje, grande parte da detecção de interferências é executada manualmente por meio da sobreposição de desenhos de sistemas individuais numa mesa de luz para identificação de conflitos potenciais. De forma similar, os construtores usam ferramentas tradicionais e CAD 2D para sobrepor camadas a fim de identificar visual e manualmente potenciais interferências. Esses enfoques manuais são lentos, caros e suscetíveis a erros e dependem do uso de desenhos atualizados (EASTMAN, 2014).

Com avanço da tecnologia, surgiu a necessidade de implementar novas ferramentas que pudesse aprimorar o exercício de compatibilizar projetos, aumentando a produtividade dos profissionais e reduzindo a possibilidade de erros (Monteiro et al., 2017). De acordo com Monteiro, a aplicação da tecnologia BIM surge na indústria da Construção Civil como uma melhoria nos processos da empresa que possuem o objetivo de gerir melhor seus dados e informações de projetos, orçamento e planejamento.

Segundo Eastman (2014), as ferramentas baseadas em BIM levam vantagem sobre os métodos de coordenação de projetos em 2D, pois a utilização dessa tecnologia permite uma análise automática das interferências geométricas dos projetos, aplicando parâmetros de identificação de conflitos estruturados e qualificados de componentes que pertencem a diferentes sistemas que compõem a construção, já que estes são associados de forma específica a sua disciplina, a

exemplo da interferência entre os componentes entre sistemas mecânicos e estruturais.

Segundo o GUIA AsBEA (2015), os projetos devem ser checados quanto a qualidade dos modelos realizando análises durante um fluxo. Essas checagens podem ser definidas na sequência abaixo:

a) CHECAGEM VISUAL: Verifica-se nessa etapa se os objetos elementos do modelo se encontram nos seus devidos locais, tal como, numa análise visual, permite a limpeza de dados e informações inúteis ou fora do seu espaço.

b) VALIDAÇÃO DOS ELEMENTOS: Nesta checagem se faz a análise dos elementos, garantindo que esses contenham os dados mínimos necessários para a etapa de desenvolvimento do projeto.

c) CHECAGEM PADRÃO: O objetivo dessa verificação é se certificar de que os padrões e critérios básicos entre os envolvidos do projeto estejam em acordo com o modelo.

d) CHECAGEM DE INTERFERÊNCIA: Essa checagem pode ser realizada no momento da criação dos modelos entre as diferentes disciplinas, sendo os próprios projetistas os responsáveis para essa análise. Tal como, apenas uma pessoa, empresa ou equipe envolvida diretamente com o projeto pode se responsabilizar somente por esta verificação, geralmente realizada através de softwares que geram relatórios de *Clash Detection* (Detecção de interferências) apontando quaisquer conflitos encontrados entre disciplinas.

As interferências detectadas podem ser com diferentes intenções, podendo ser físicas (Hard Clash) analisando componentes que se chocam, temporais (Time Clash) verificando se elementos podem se colidir ao longo do tempo, assim como verificando a dinâmica (Soft Clash) das distâncias mínimas de um elemento em relação a outro sistema Guia BIM (ASBEA, 2015).

Algumas soluções BIM são capazes ainda de identificar as chamadas 'interferências funcionais' (ou 'soft clash'). Por exemplo, quando no projeto de uma sala de reuniões com recursos multimídia um projetor para apresentações, fixado no teto, é posicionado atrás de uma luminária externa, localizada entre ele e a tela de projeção. Apesar dos dois equipamentos não ocuparem o mesmo lugar no espaço, trata-se de uma interferência que impediria o funcionamento adequado do sistema (CBIC, 2016).

Ainda de acordo com o GUIA BIM da AsBEA (2015), mostra na Figura 11 abaixo um fluxograma de etapas no processo de compatibilização de projetos.

Figura 11 - Fluxograma das atividades de compatibilização de projetos



Fonte: Produzido por Autores do GUIA BIM da AsBEA, 2015, p. 19.

Cabe ao profissional responsável pela compatibilização identificar, analisar e julgar as questões que devem ser tratadas e levadas para as discussões em reuniões de compatibilização e Design Review com os projetistas responsáveis (ASBEA, 2015).

7 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo será apresentado o método de pesquisa utilizado no desenvolvimento do trabalho. Primeiramente será exposta a estratégia de pesquisa, posteriormente, será descrito o delineamento da pesquisa com o detalhamento das atividades.

7.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Para realização dessa pesquisa, adotou-se como referência a proposta metodológica de Estudo de Caso apresentada por Yin (2001), onde a estratégia é escolhida predominantemente pela forma da questão de pesquisa, como representada no Quadro 3. Conforme Yin (2001), “O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos”.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso é a estratégia mais escolhida quando o pesquisador tem pouco domínio sobre os eventos pesquisados e quando necessário responder a questões de pesquisa do tipo “como” e “por quê”.

O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo - com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem uma tática para a coleta de dados nem meramente uma característica do planejamento em si (Stoecker, 1991), mas uma estratégia de pesquisa abrangente (Stoecker, 1991 apud Yin, 2001).

Quadro 3 - Forma da questão de pesquisa como definição da estratégia de pesquisa

Estratégia	Forma da questão da pesquisa	Exige Controle sobre eventos comportamentais ?	Focaliza acontecimentos contemporâneos?
Experimento	Como, por que	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim/Não
Pesquisa Histórica	Como, por que	Não	Não
Estudo de Caso	Como, por que	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Yin, 2001.

De acordo com Patton (2002), “O propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno” (apud. FREITAS e JABBOUR, 2011).

Goode e Hatt (1979, p. 421-422) definem o estudo de caso como um método de olhar para a realidade social. “Não é uma técnica específica, é um meio de organizar dados sociais preservando o caráter unitário do objeto social estudado” (apud YIN, 2001).

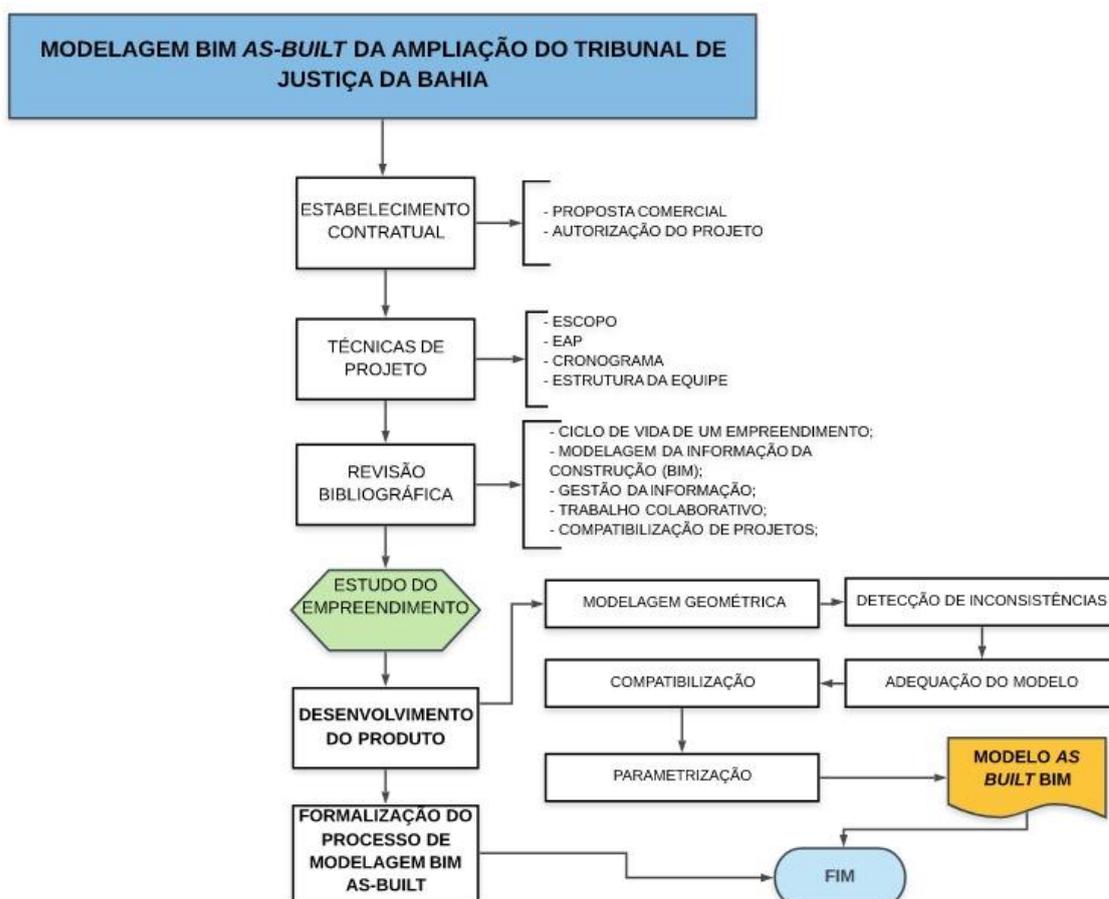
Como enunciado acima, através da unidade de análise e forma da questão de pesquisa de caráter exploratório, adota-se o Estudo de Caso como estratégia principal de pesquisa. Visto que, este trabalho requer o desenvolvimento de um método para elaboração de *As-Built* “como construído” utilizando BIM, atestando a sua eficiência e a qualidade em meio contemporâneo.

Logo, a estratégia do estudo de caso tem por finalidade resultar em uma compreensão e interpretação mais rebuscada sobre fatos e fenômenos específicos e não generalistas, possibilitando assim disseminação do conteúdo ou proposições teóricas estudadas (YIN, 2001).

7.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O procedimento deste Estudo de Caso divide-se em seis partes conforme descrito abaixo:

Figura 12 – Fluxograma de delineamento da pesquisa



Fonte: Própria

7.2.1 Estabelecimento contratual

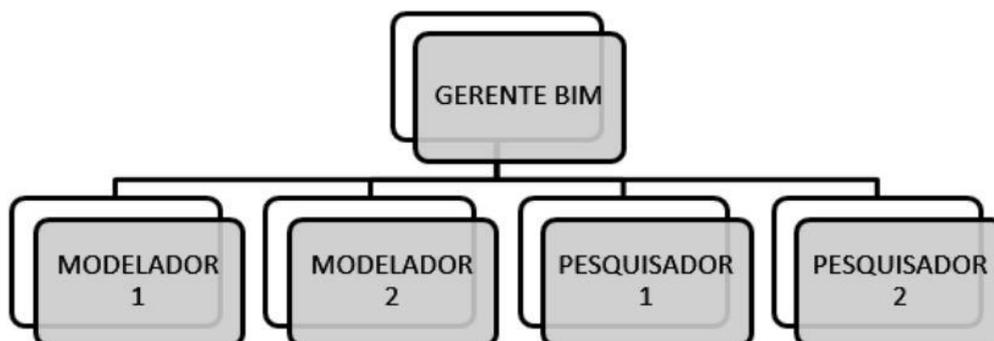
Nessa primeira etapa foi proposto pelo cliente o desenvolvimento do modelo BIM do *As Built* do Sistema de Segurança e Combate a Incêndio da obra de ampliação do Tribunal de Justiça da Bahia, que, ao ser aceito, realizou-se uma proposta comercial que seria analisada pelo contratante. Com a proposta comercial aprovada, foi assinada a autorização do projeto, a qual tornou a equipe apta a iniciar o desenvolvimento do projeto.

7.2.2 Definição do escopo, cronograma e estrutura da equipe de projeto

Nessa fase foram aplicados conhecimentos das técnicas de projetos. De acordo com o guia PMBOK, o escopo torna-se essencial para traçar o esforço necessário para atingir os objetivos do projeto com sucesso, logo definiu-se as premissas, requisitos e mapeamento dos riscos que poderiam implicar no desenvolvimento do trabalho.

Ao finalizar o escopo, foi realizada a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), processo de subdivisão de atividades de forma hierárquica, que possibilita a fácil visualização da estrutura do trabalho. Através da EAP, foi definido o cronograma, atribuindo predecessores, prazos e datas de início e fim a cada atividade a ser desenvolvida.

Com as atividades definidas, estruturou-se a organização da equipe e atribuiu-se responsabilidades a cada um. Dessa forma, de acordo com o organograma na Figura 13, tem-se a figura do Gerente BIM no topo, dando subsequência aos desenvolvedores da entrega acadêmica e da entrega do modelo BIM contratado pelo cliente.

Figura 13 - Estrutura da equipe do projeto

Fonte: Própria

Nessa estrutura, o Gerente possuiu a atividade de coordenar a equipe do projeto, incentivando o desempenho, tal como foi o responsável pelo principal contato com o cliente, participando das reuniões e negociações com o mesmo, além de ter uma aptidão maior com as ferramentas de utilização no desenvolvimento do modelo para auditar e treinar a equipe.

Os desenvolvedores da entrega acadêmica ficam responsáveis pela pesquisa e referencial teórico, tal como redigir o relatório do trabalho. Os desenvolvedores do modelo foram responsáveis por utilizar a ferramenta BIM para desenvolver o modelo e parametrizar os dados do projeto.

7.2.3 Revisão bibliográfica

Nessa etapa foi realizada uma pesquisa rebuscada sobre os temas envolvidos no trabalho, que seriam necessários para o desenvolvimento do estudo de caso. Através de artigos, dissertações, teses, livros e sites, foram abordados os temas como o Ciclo de Vida do empreendimento, *Building Information Modeling* (BIM), *As Built*, Gestão da informação, Trabalho Colaborativo e Compatibilização de Projetos.

7.2.4 Estudo do empreendimento

O projeto utilizado neste estudo é uma obra de ampliação do Tribunal de Justiça da Bahia, localizado no centro administrativo de Salvador, edifício de finalidade pública e comercial. No subsolo e térreo, que eram pavimentos já existentes, ocorreu uma obra de reforma. Sobre a obra de ampliação refere-se ao acréscimo de 05 (cinco) pavimentos, sendo 02 (dois) andares de garagem na projeção dos pavimentos existentes (subsolo e térreo), 02 (dois) pavimentos de salas e sanitários e uma cobertura.

Na cobertura, encontra-se área verde, áreas reservadas para 01 (um) restaurante e 03 (três) lojas, dispostas ao uso do público local e visitante. Com efeito, as obras de reforma e ampliação, totalizaram 27.857,45 m² (metros quadrados) de área, sendo 7.215,57 m² (metros quadrados) de reforma e 20.641,88 m² (metros quadrados) de ampliação, totalizando 560 (quinhentos e sessenta) vagas de garagem.

As propostas de soluções para reforma, de acordo com o Plano de Obras (2018), foram ampliação das vagas para atender aos servidores e usuários do PJBA, ampliação da capacidade de espaço das edificações promovendo espaços de trabalho mais confortáveis e dinâmicos, promover acessibilidade a todos os ambientes do prédio (SEPLAN, 2018).

A metodologia construtiva da estrutura fundamentou-se em um sistema misto de concreto moldado *in loco* e estrutura metálica com proteção passiva e intumescente e panos de lajes em steel-deck, proporcionando velocidade executiva e facilidade de convívio entre montagem construtiva e o funcionamento do Tribunal de Justiça.

7.2.5 Desenvolvimento do produto

Nessa fase foi realizada a modelagem BIM do *As Built* do Sistema Segurança e Instalações de Combate a Incêndio. Para isso, ficou estabelecido a utilização do *software* Revit na versão 2018 devido a solicitação do próprio cliente, pois, concomitantemente, já haviam outras disciplinas sendo modeladas por outros profissionais que, posteriormente, seriam compatibilizadas. Sendo assim, a fim de padronizar e otimizar o trabalho colaborativo e o processo de compatibilização, todas as modelagens foram realizadas numa mesma versão do *software* Revit.

Posteriormente, foi necessário escolher o método de compartilhamento de informações utilizado pela equipe, a qual foi embasada nos princípios de recursos e equipamentos disponíveis para a realização do projeto e a otimização e eficácia dos processos de modelagem.

Partindo dos princípios citados, foi determinada a utilização do modelo federado. Esse modelo possibilitou que a equipe trabalhasse sem uma rede ou servidor rebuscado, já que os recursos eram limitados; mas, em contrapartida, tornou-se necessário o supervisionamento do gerente BIM a fim de manter a compatibilidade e a consistência entre os níveis dos modelos individuais com o modelo federado.

A partir da escolha do modelo de compartilhamento de informações e a realização da divisão de tarefas, foi adotado uma estrutura de trabalho para o desenvolvimento da modelagem, que foi dividido em etapas, como citadas abaixo:

- 1) Modelagem Geométrica
- 2) Detecção e Conferência de Inconsistências
- 3) Adequação das Inconsistências
- 4) Compatibilização

5) Parametrização

Tal estrutura nos possibilitou um melhor desenvolvimento do modelo, visto que, em cada etapa de trabalho o mesmo passou por revisões rotineiras, sendo finalizadas na sua totalidade para ocorrer o avanço para etapa seguinte, obtendo assim um modelo mais seguro e consistente.

7.2.5.1 Modelagem geométrica

A modelagem geométrica se deu pela representação gráfica dos objetos que compõem o sistema construtivo modelado, nesta etapa é de suma importância obter informações quanto ao posicionamento e medidas dos elementos, para que assim possam ser bem representadas.

Para viabilizar a modelagem BIM, dividiu-se a disciplina modelada em subdisciplinas, e assim atribuiu-se responsabilidades a cada modelador. Com a finalidade de compartilhar as informações entre estes, foi utilizado o método do modelo federado, em que a figura do Gerente BIM foi o responsável pelo supervisionamento das subdisciplinas, tendo essa rotina semanalmente a fim de manter a atualização e consistência dos arquivos.

Como pré-requisito para modelagem, foi imprescindível adquirir do cliente todos os projetos executivos com revisão *as built* atualizada, de forma a utilizá-los como guias para a confecção do modelo. Ademais, se fez uso dos modelos BIM disponibilizados pelo contratante, de forma compatibilizar eixos, níveis e delimitações físicas entre elementos.

7.2.5.2 Detecção e conferência de inconsistências

Ao finalizar a modelagem geométrica referente a disciplina, o modelo em desenvolvimento foi verificado, de forma a identificar, por análise visual no *software*, possíveis interferências entre itens pertencentes à própria disciplina, ou entre estes e outros sistemas construtivos modelados.

Posteriormente, foi realizada a análise dos projetos *as built* fornecidos, buscando averiguar a existência de informações faltantes em projeto, assim como a compatibilidade relativa a geometria entre desenhos de diferentes pavimentos, a fim de apurar inconsistências e conflitos físicos, como por exemplo, entre a localização de prumadas e tubulações verticais que transpassaram a estrutura.

A partir dos possíveis pontos de inconsistência previamente identificados nas análises acima, realizou-se uma visita *in loco* para apurar a real condição de cada um dos casos. Esta conferência foi feita através da comparação entre informações contidas em projeto e as estruturas executadas, por meio de análise visual e utilizando uma ferramenta para medição dos elementos.

Após conferidos os pontos previamente definidos, foi realizada a verificação de demais pontos por toda a extensão da estrutura, ao longo dos sete pavimentos, sendo estes definidos por método de amostragem. Neles, a averiguação quanto a existência de incompatibilidades também foi realizada por meio de análise visual.

7.2.5.3 Adequação das inconsistências

Após tomada as decisões de correções com o cliente, buscou-se editar o modelo de acordo com as verificações de inconsistências. Cada modelador ficou responsável por adequar a disciplina por ele modelada, devido a

quantidade de adequações a serem feitas e a familiaridade com o modelo, buscando assim maior agilidade.

Através das alterações, procurou-se adequar o modelo, buscando reproduzir o máximo possível a edificação executada. Dessa forma, as inconsistências foram reduzidas e os arquivos se tornaram mais fiéis à realidade.

Após essa edição, foi necessário passar por uma validação com o cliente para aprovação das alterações feitas no modelo, validando assim a passagem para a próxima etapa da modelagem.

7.2.5.4 Compatibilização

A compatibilização ocorreu através da integração dos modelos BIM das subdisciplinas divididas entre os modeladores, após as devidas adequações das inconsistências individuais terem sido efetuadas.

Nessa fase, o gerente BIM ficou responsável por realizar essa junção dos modelos desenvolvidos pelos demais. No processo da compatibilização, já com o modelo compilado foi possível identificar automaticamente as interferências físicas (*hard clash*) entre as subdisciplinas, como por exemplo: tubulações que se chocam com ramais de outra rede.

Seguindo a mesma linha de resolução da etapa anterior, fez-se mais visitas ao local para verificação dos conflitos, atestando assim como a estava a situação real, logo pôde-se modificar a modelagem, aproximando-a da realidade e compatibilizando os projetos.

Nesta etapa, após finalizado o modelo BIM da disciplina, foi necessário passar pela aprovação do cliente, onde o mesmo verificou se o modelo atendia às necessidades geométricas.

7.2.5.5 Parametrização

Por fim, o modelo compatibilizado passou pela parametrização, processo onde todos os objetos modelados foram detalhados, recebendo definições como fabricante, marca, prescrições técnicas, ano de fabricação, validade, contato do fornecedor/fabricante dentre outros, sempre seguindo os memoriais descritivos, as especificações do projeto executivo do empreendimento, tal como informações obtidas do que foi usado para a construção coletadas durante as visitas.

A parametrização é uma das etapas mais importantes na execução do projeto, pois de fato, o modelo torna-se BIM. Além da representação digital geométrica em 3D, são inseridas informações indispensáveis aos elementos, ou seja, tornando-os objetos inteligentes.

Ao projetar dessa forma, pôde-se vincular outras fases de uma construção como orçamento, planejamento, tal como atividades de simulação da obra, desempenho das edificações e programas de uso e manutenção da edificação.

8 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso teve como objetivo a confecção de modelagem do *As Built* em BIM dos projetos da disciplina de Instalações de Segurança e Combate a Incêndio da obra de ampliação do Tribunal da Justiça da Bahia, realizando a compatibilização das disciplinas envolvidas e oferecendo um modelo digital com informações de término de obra dos elementos de projeto, podendo ser utilizados para operação da edificação, com a possibilidade de gerar planos de manutenção, verificação de informações de equipamentos, garantia de fabricantes, especificações técnicas e ainda acrescentar mais informações que sejam pertinentes a gestão da edificação no seu ciclo de vida.

8.1 MODELAGEM GEOMÉTRICA

A modelagem geométrica se deu através da representação dos elementos dos sistemas construtivos que compõem o projeto *As Built* da disciplina de segurança e combate à incêndio, contemplando as subdisciplinas de rede de sprinklers (SPK), rede de hidrantes e extintores e sinalização. A fim de otimizar o trabalho, essas subdisciplinas foram atribuídas a cada modelador, sendo realizadas pelo gerente BIM, modelador 1 e modelador 2, respectivamente.

Os arquivos base para o desenvolvimento da modelagem foram disponibilizados pelo cliente, sendo eles, as plantas dos projetos executivos com revisão *as built* mais atualizada do sistema de Segurança e Instalações de Combate a Incêndio, além dos modelos BIM arquitetônico e estrutural em extensão .rvt.

A partir destes, foi possível dar sequência ao processo de criação do modelo, através da importação dos projetos que contemplavam as Instalações de Combate a Incêndio em arquivo .dwg, sendo sobrepostos aos modelos BIM de

arquitetura e estrutura no Revit. Para o correto posicionamento dos arquivos .dwg importados ao modelo, tomou-se como referência detalhes de estrutura e linhas de eixo, compartilhadas entre os projetos e o modelo.

Na alocação dos objetos digitais para realização da modelagem BIM, necessitou-se buscar por *templates* e famílias que melhor representassem os elementos especificados em projeto. Além disso, nesta etapa foi de suma importância as informações métricas dos elementos em projeto, para correto posicionamento.

Efetuados os procedimentos acima, se deu andamento à modelagem conforme os projetos importados, onde, estabeleceu-se como fluxo de execução do modelo, a realização de cada pavimento por sua vez, por fins de organização e controle.

8.1.1 Modelagem de SPK

Previamente à modelagem, recorreu-se aos projetos com revisão *As Built* relativos à disciplina para a identificação dos modelos de sprinkler, tubos e conexões especificadas, de forma a confirmar se tais exemplares já estavam contidas no *template* utilizado. Em caso negativo, foi realizada a busca em sites fornecedores de famílias revit, como por exemplo o “bimobject”, ou em diferentes *templates* adquiridos.

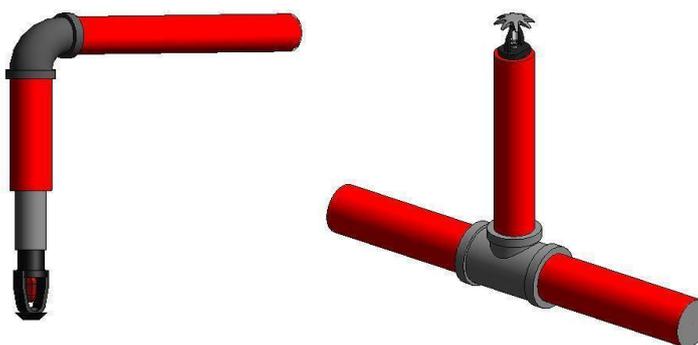
A modelagem da rede de SPK se deu, inicialmente, pelo posicionamento de todos os bicos de sprinklers, diferenciando o modelo *Sprinkler Dependent* e *Sprinkler Up-Right* (Figura 14), no pavimento a ser modelado, conforme representado na planta do terceiro pavimento (Figura 15), sendo esses já conectados a um segmento de tubo, o qual ligaria o sprinkler ao seu ramal de alimentação.

Após isso, fez-se a modelagem dos encaminhamentos das tubulações, já levando em conta a modelagem geométrica dos diâmetros exatos para cada segmento de tubo, conforme informado no projeto. Para tal segregação, foi realizada previamente a duplicação das famílias já existentes, definindo para cada trecho de ramais os diâmetros e materiais dos tubos representados (Figura 16).

Ao executar o transpasse dos ramais pelos pontos de sprinkler, foram geradas, de forma automática, as conexões necessárias para a união entre os tubos, podendo ser visualizadas nas Figuras 17 e 18. Este artifício se deveu à interceptação dos eixos de tubulações numa elevação assumida a fim de efetuar o desenvolvimento inicial do modelo, sendo posteriormente ajustada nos pontos de variação e ou interferências.

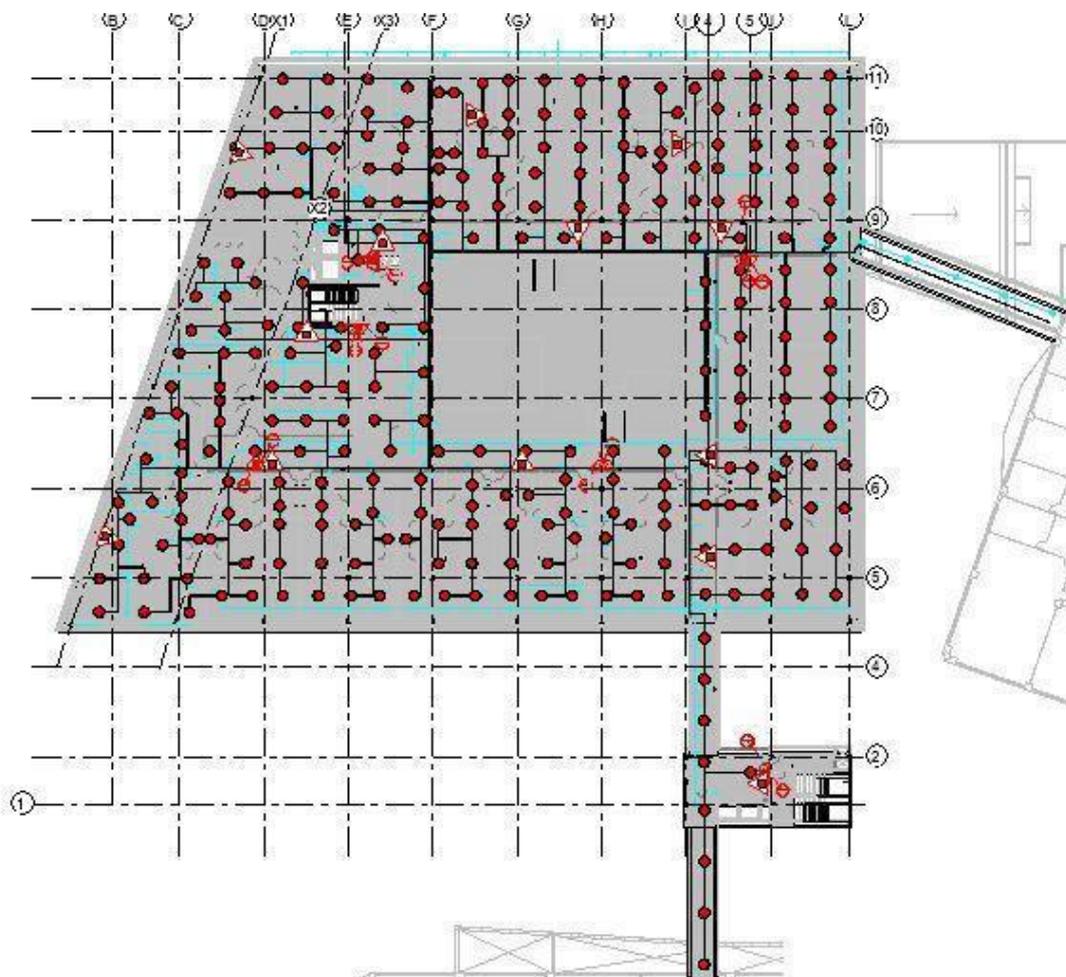
Por fim, após realizar os procedimentos descritos acima, para cada pavimento da estrutura, foi então realizada a integração da rede de SPK constituinte da edificação por meio de tubulações verticais, as quais alimentavam os ramais confeccionados, tal como representado na Figura 19.

Figura 14 - Sprinkler *Dependent* e Sprinkler *Up-Right*

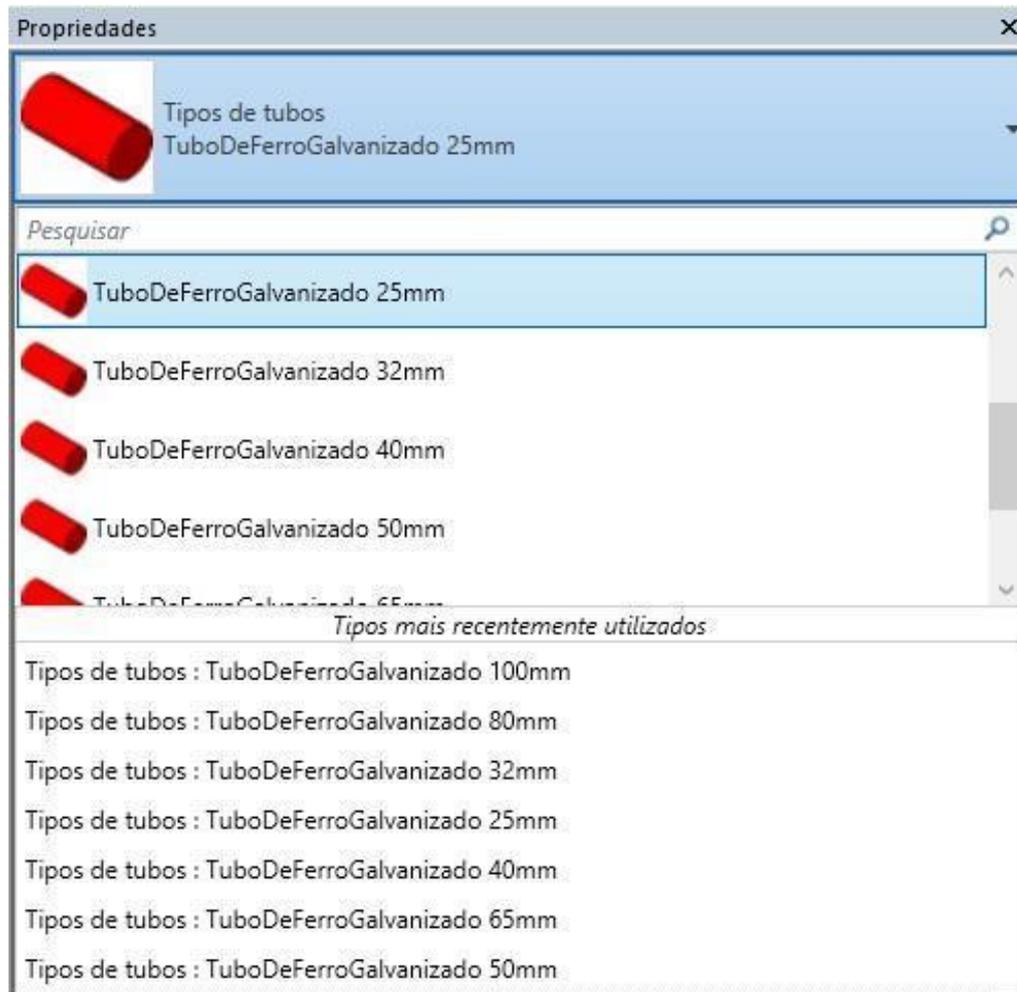


Fonte: Própria

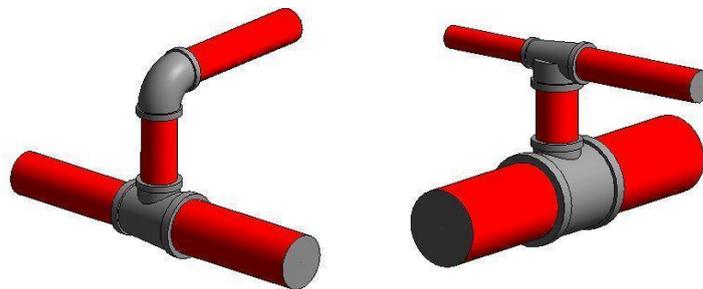
Figura 15 – Visão 2D da rede de SPK do 3º pavimento



Fonte: Própria

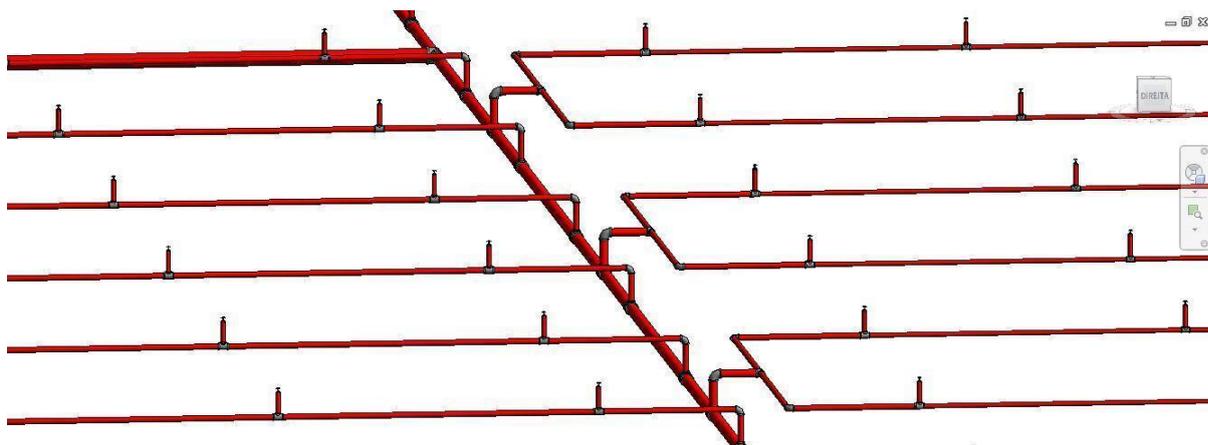
Figura 16 - Famílias de tubos duplicadas

Fonte: Própria

Figura 17: Conexão com desnível e redução de diâmetros

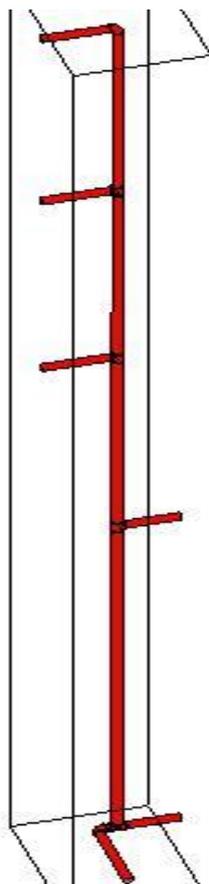
Fonte: Própria

Figura 18: Malha de ramais SPK do 2º pavimento



Fonte: Própria

Figura 19 - Prumada de rede SPK



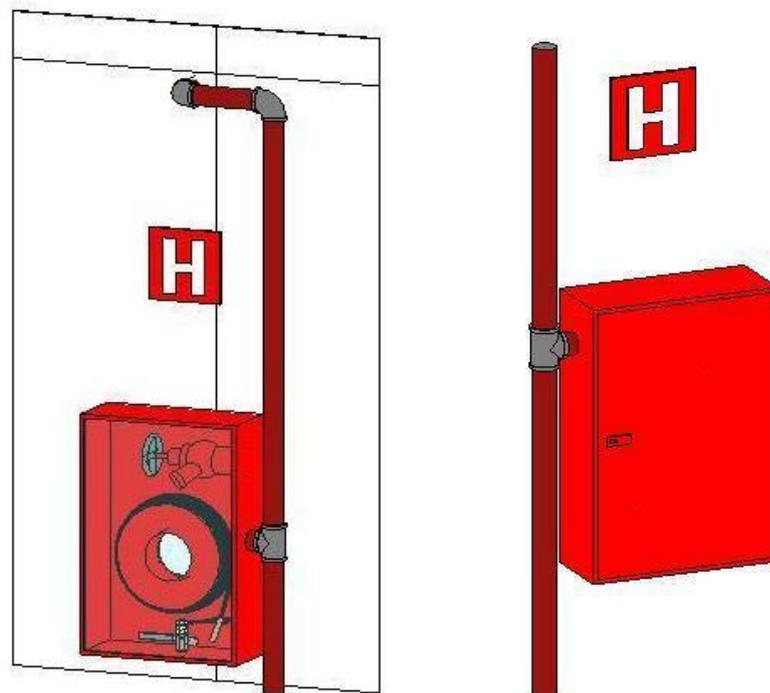
Fonte: Própria

8.1.2 Modelagem de Hidrantes

Para a obtenção de famílias na modelagem de hidrantes, seguiu-se o mesmo procedimento apresentado no item 8.1.1, realizando-se a busca por meio de *templates* ou em provedores que forneciam famílias revit específicas para representação do projeto.

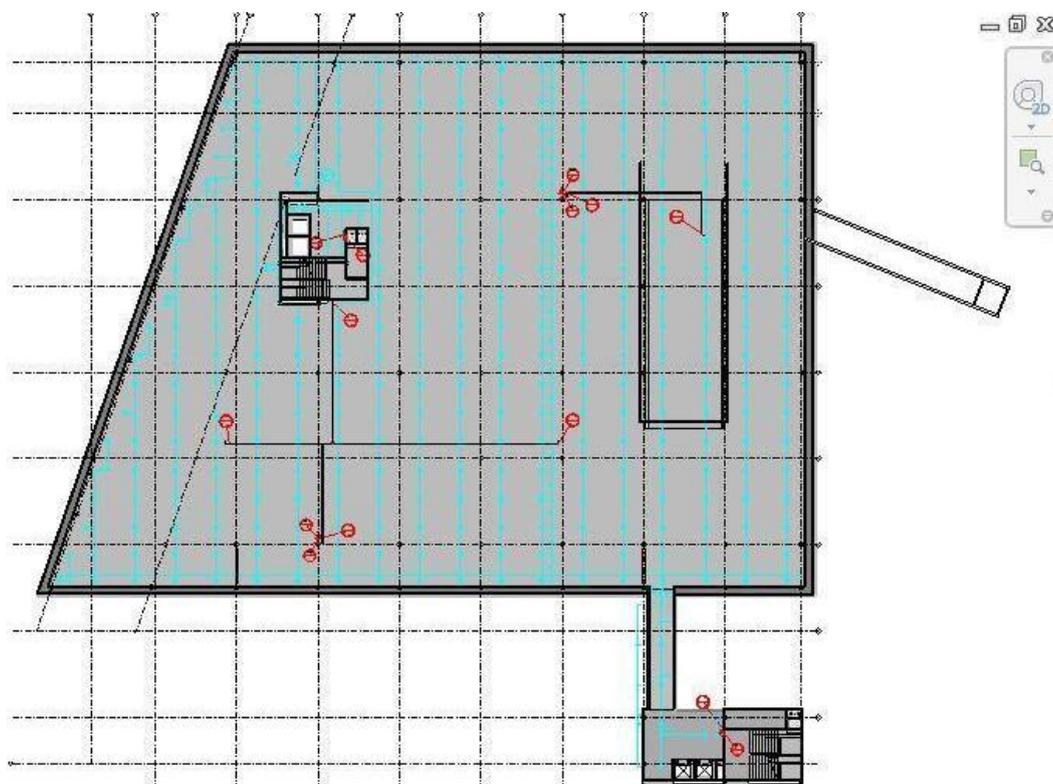
Para a modelagem da rede de hidrantes, primeiramente foram alocadas todas as caixas de hidrantes (Figura 20) ao longo de todos os pavimentos da edificação, sendo, em seguida, confeccionado o encaminhamento das prumadas de tubulações e suas ramificações (Figura 21), interligando todos os elementos modelados entre si.

Figura 20: Caixas de hidrantes utilizadas



Fonte: Própria

Figura 21: Visão 2D da rede de hidrantes do 2º pavimento



Fonte: própria

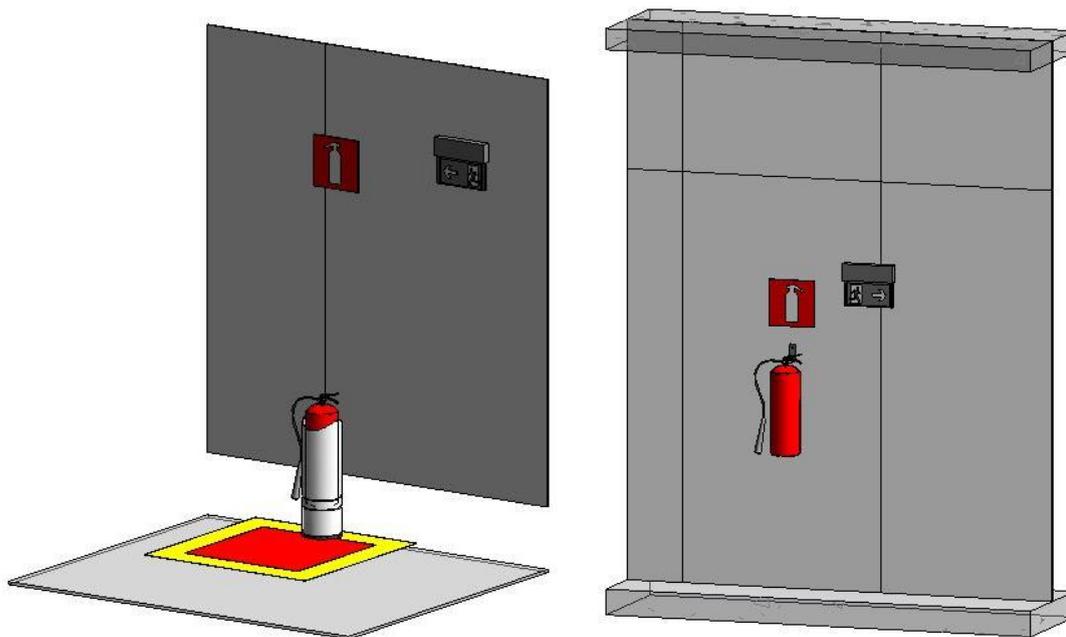
8.1.3 Modelagem de Extintores e Sinalização

O desenvolvimento da modelagem foi dividido em duas partes: locação de extintores e posicionamento dos elementos de sinalização, optando-se, primeiramente, por desenvolver a parte de extintores.

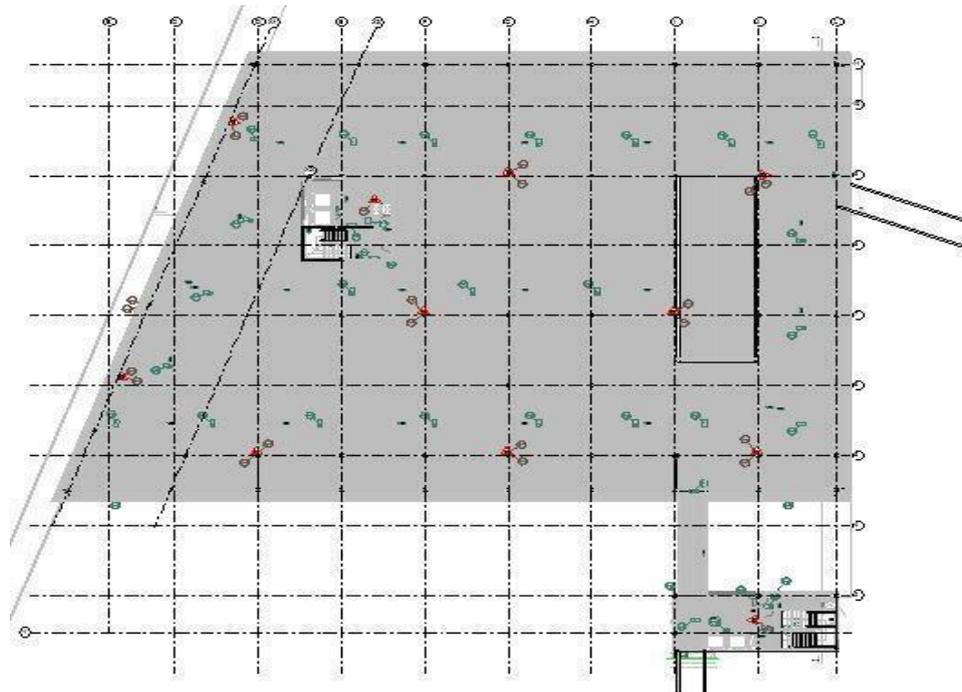
Para o emprego de famílias na modelagem de Extintores e Sinalização, seguiu-se o mesmo processo citado no item 8.1.1, efetuando-se a busca em *templates* ou em provedores que forneciam famílias revit específicas para representação do projeto.

Em seguida, foram locados no modelo elementos representativos dos extintores em todos os pontos indicados (Figura 22), conforme o projeto (Figura 23). Após a finalização, se iniciou a modelagem relativa à sinalização (Figura 24) que foi executada seguindo o mesmo método.

Figura 22: Extintores de piso e de parede



Fonte: Própria

Figura 23: Visão 2D dos extintores e sinalização do 2º pavimento

Fonte: Própria

Figura 24 - Placas de sinalização

Fonte própria

8.2 DETECÇÃO E CONFERÊNCIA DE INCONSISTÊNCIAS

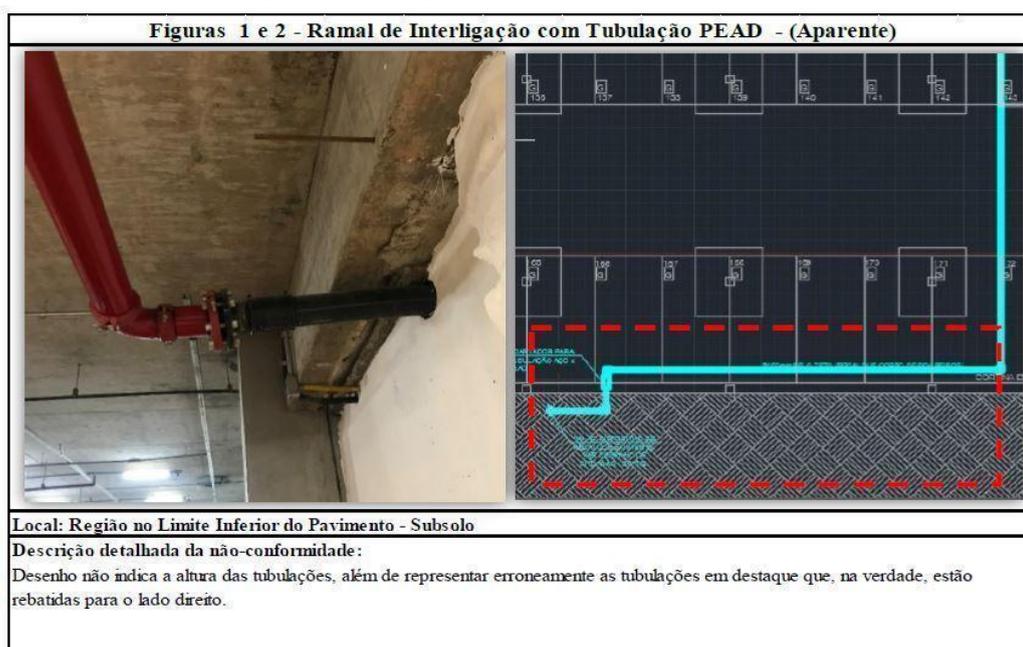
Foi identificado, no projeto *As Built* recebido, a falta de informações imprescindíveis para a elaboração da modelagem, como a altura das tubulações, impossibilitando a interpretação da diferença de níveis entre os ramais. Sendo assim, se fez necessário a realização de visitas técnicas para a identificação das informações pendentes e verificação da conformidade do modelo com o *As Built*, tal como se o arquivo representava fielmente “como construído”.

Para a conferência do projeto *in loco*, a equipe realizou duas vistorias ao prédio de ampliação do tribunal de justiça já construído, verificando os sete pavimentos existentes. Para a verificação, foi feita a análise visual direta e por captura de fotos dos elementos, comparando-os então com suas representações expressas nos projetos recebidos, avaliando quesitos como representação geométrica e tipologia do material.

Para elementos pontuais ou de fácil visualização, tal como a locação de caixas de hidrantes, de extintores e encaminhamento de tubulações aparentes, fez-se a verificação em pontos escolhidos na própria obra, para cada um dos pavimentos. Para elementos, tais como ramais de sprinklers e tubulações embutidas em shaft's e forros, que se repetem por toda estrutura, a verificação foi realizada por meio de amostragem.

Com as informações obtidas após as visitas, foi realizado um relatório fotográfico de incompatibilidades (Apêndice A), que teve como objetivo expor, detalhadamente, as incompatibilidades encontradas entre o representado nos projetos mais atualizados de instalações de combate a incêndio recebidos e as estruturas construídas, comparando-os através de registros feitos na edificação com o CAD, conforme mostra a Figura 25. Em conformidade com o que foi verificado *in loco*, suscitou a análise sobre a viabilidade de se adequar todas as inconformidades existentes à modelagem do projeto.

Figura 25 – Registro de incompatibilidades



Fonte: própria

A partir disso, o relatório foi apresentado ao cliente a fim de demonstrar os erros encontrados e acordar as adequações a serem feitas. Como foram encontradas diversas incompatibilidades, sendo elas erros de posicionamento, representação gráfica, falta de informações, entre outros, tornou-se inviável realizar todas as modificações no modelo por questões de tempo, prazo de entrega e principalmente, por muitos locais a serem inspecionados serem de difícil visualização, pois, com a obra já finalizada, os elementos estariam cobertos por forro e/ou em salas em utilização. Além disso, vale salientar que o processo de recadastramento não estava previsto nas premissas do projeto. Desse modo, ficou determinado o ajuste dos itens mais relevantes, considerando que estes poderiam vir causar mudanças significativas, como também dos itens de fácil modificação.

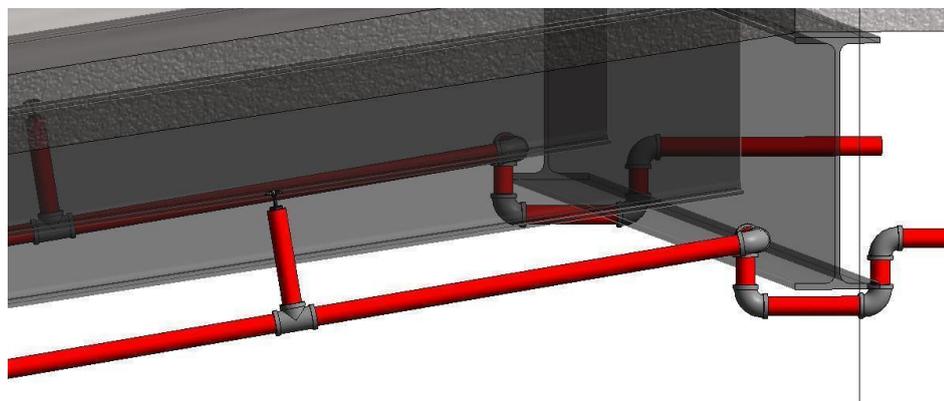
8.3 ADEQUAÇÃO DAS INCONSISTÊNCIAS

Conforme ajustado com o cliente, foram feitas modificações imprescindíveis ao longo da modelagem desenvolvida, a fim de apresentar um modelo mais consistente e fiel com a estrutura executada.

Como principais focos da adequação das inconsistências detectadas, foram realizadas:

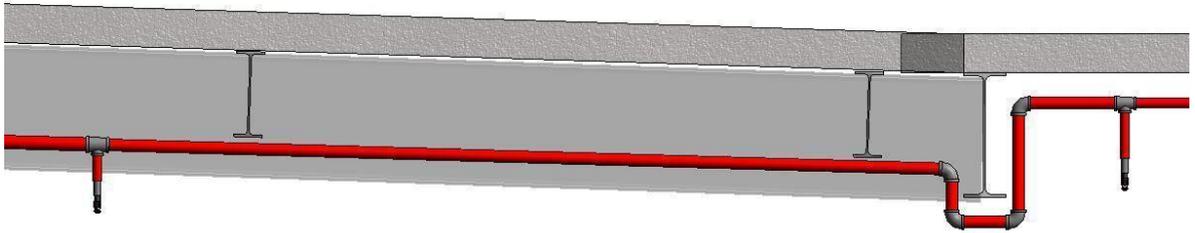
- As correções das alturas utilizadas para cada segmento de tubulação modelado, ao longo de todos os pavimentos, utilizando as medidas coletadas por meio do cadastro efetuado;
- A modelagem das tubulações de desnível vertical, representando suas reais extensões, além dos encaminhamentos para desvio de vigas, não previstos em *As Built*, como demonstrado nas Figuras 26, 27, 28 e 29;
- A inserção de inclinações na modelagem de tubos localizados em regiões de rampas e passarelas, identificadas nos pavimentos de térreo, primeiro, segundo, terceiro quarto e quinto andares, conforme Figuras 30, 31, 32, 33 e 34.

Figura 26 - Tubulação contornando a viga



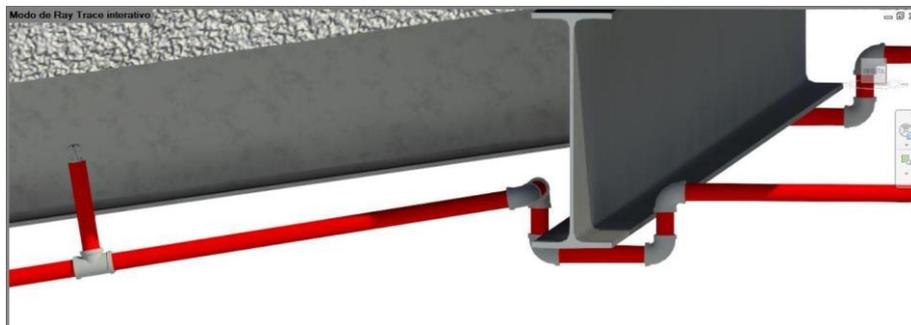
Fonte: Própria

Figura 27 - Tubulação contornando a viga



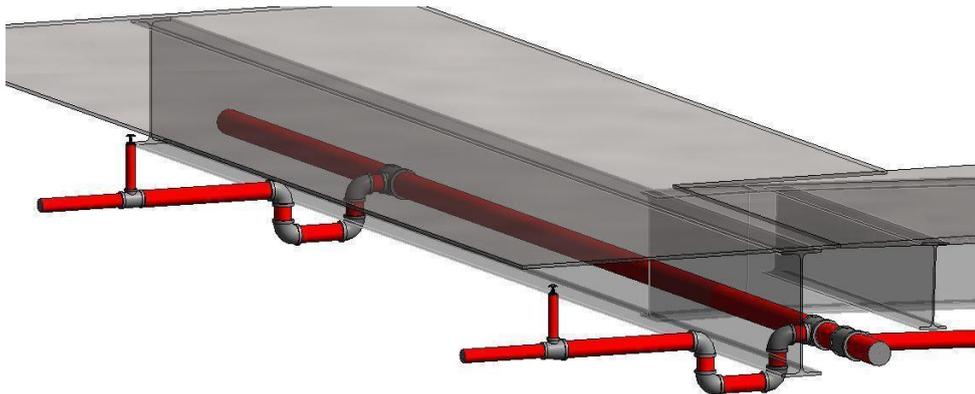
Fonte: Própria

Figura 28 - Tubulação contornando a viga



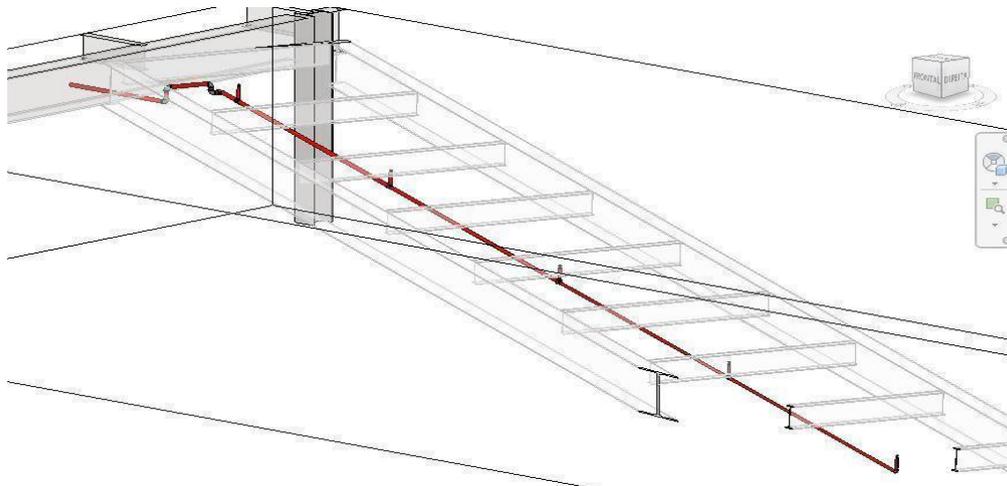
Fonte: Própria

Figura 29 - Tubulação contornando a viga na saída da passarela



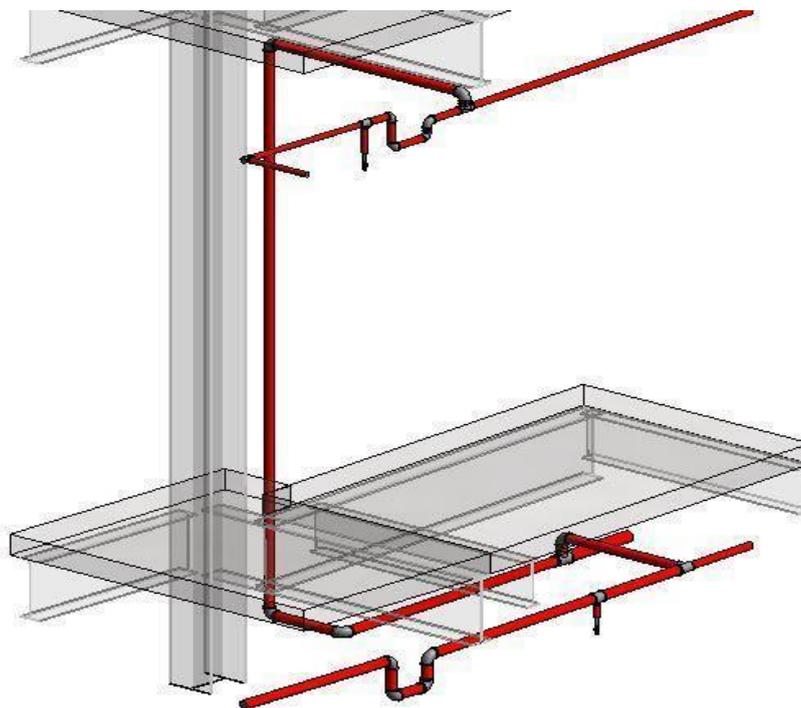
Fonte: Própria

Figura 30 - Encaminhamento com dupla inclinação

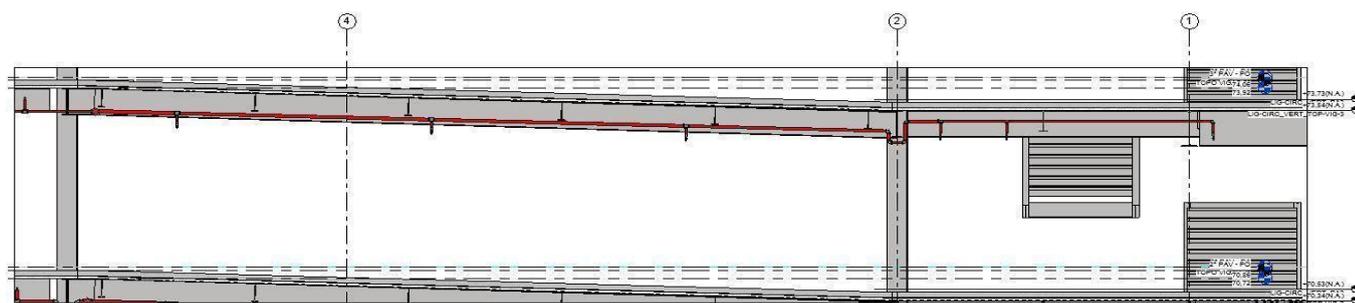


Fonte: Própria

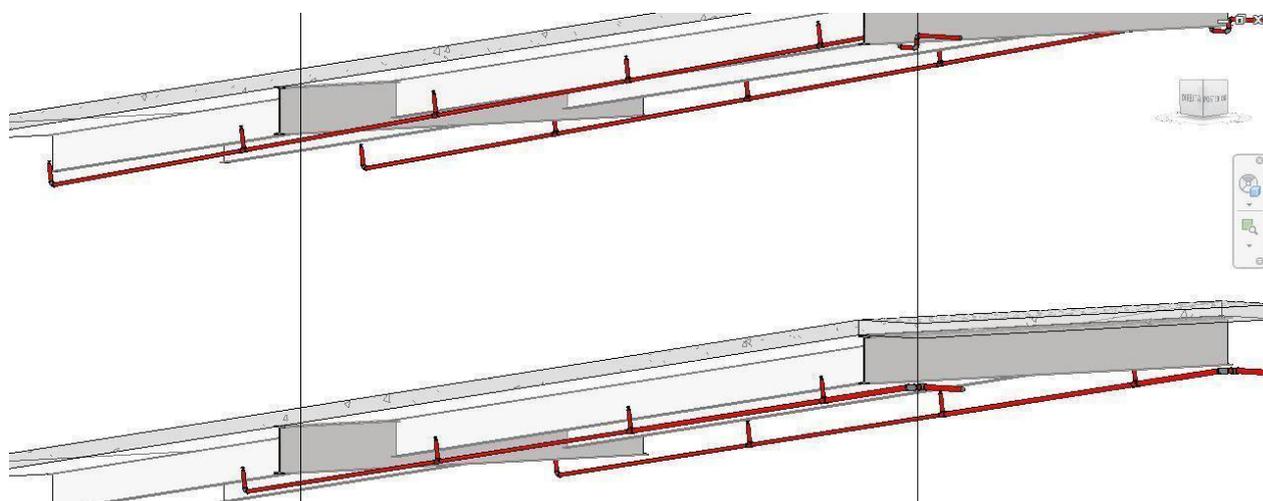
Figura 31 - Tubulação de ligação entre o 4° e 5° pavimento



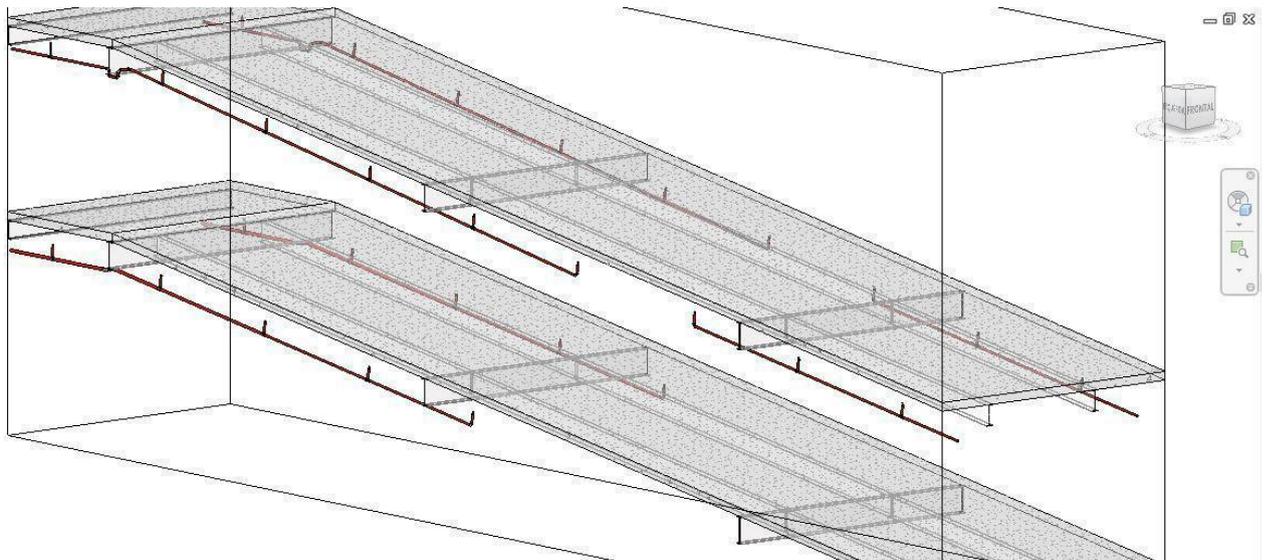
Fonte: Própria

Figura 32 - Região de inclinação e contornos nas rampas

Fonte: Própria

Figura 33 - Visão da rampa

Fonte: Própria

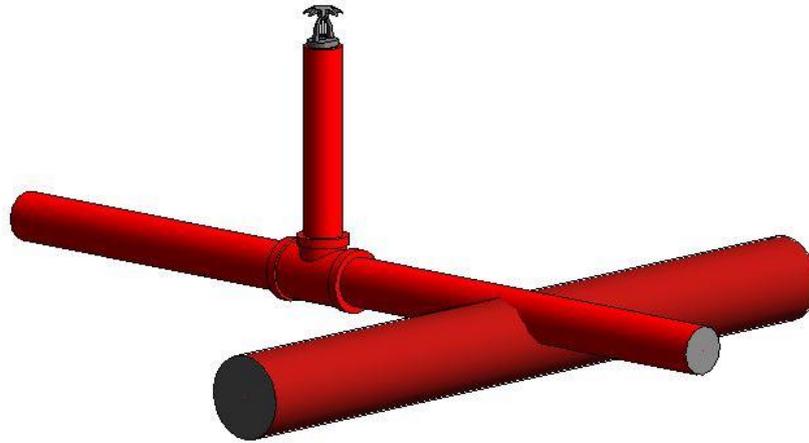
Figura 34 - Vista 3D da rampa com rede SPK

Fonte: Própria

8.4 COMPATIBILIZAÇÃO

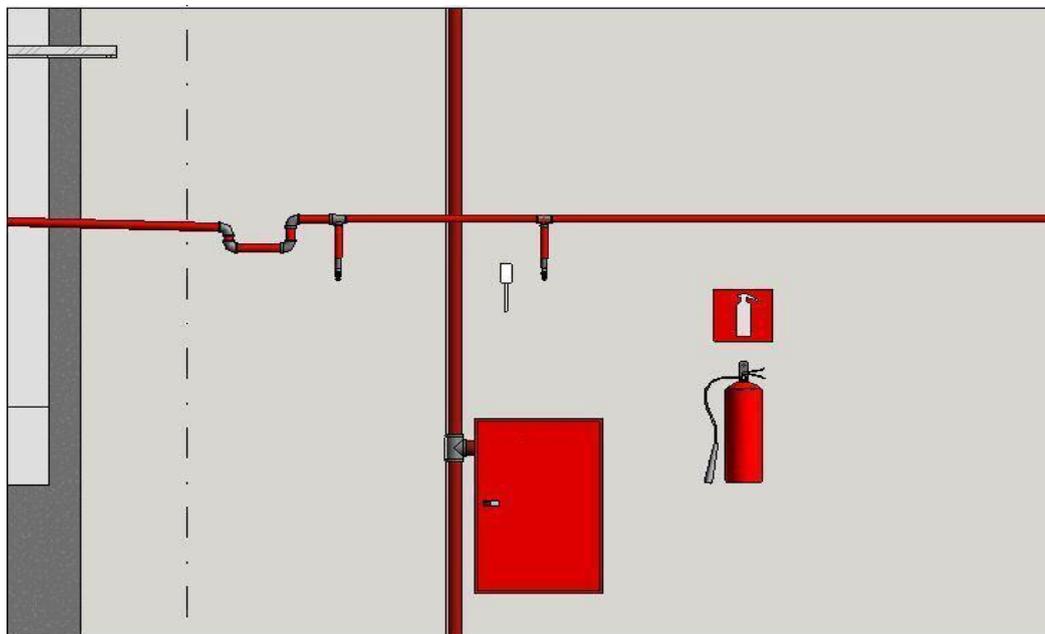
Com os modelos individuais finalizados, foi executada a compatibilização para que permitisse a interatividade entre as disciplinas envolvidas no projeto, possibilitando a identificação de erros e/ou interferências entre os modelos, assim como a visualização do projeto como um todo, conforme mostra as Figuras 35, 36, 37, 38 e 39.

Figura 35 – Conflito entre rede de SPK e hidrantes



Fonte: Própria

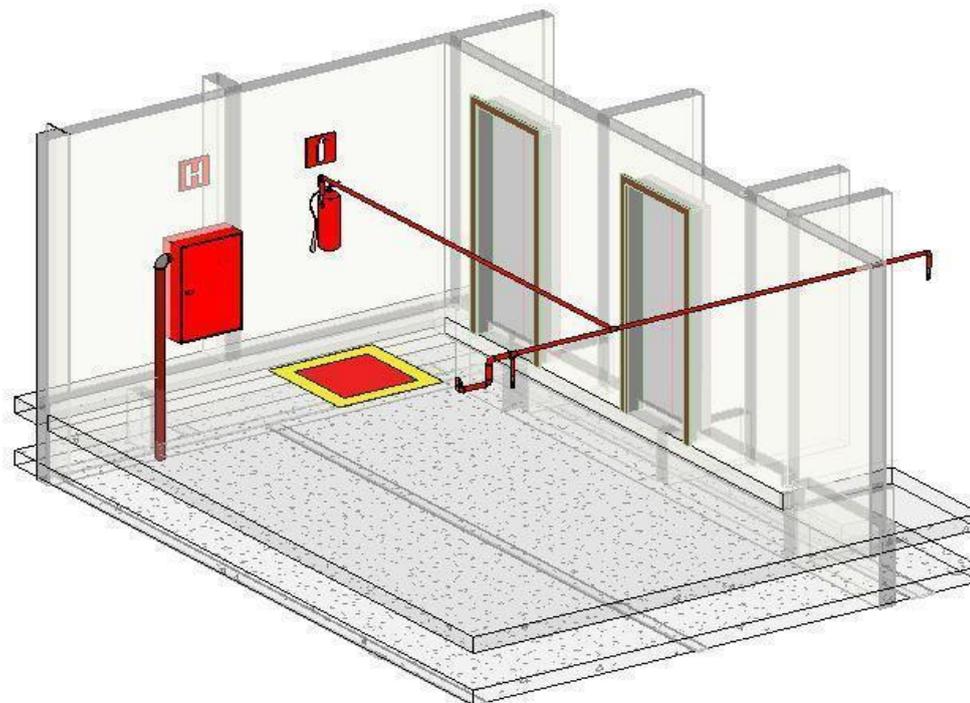
Figura 36 – Modelo compatibilizado



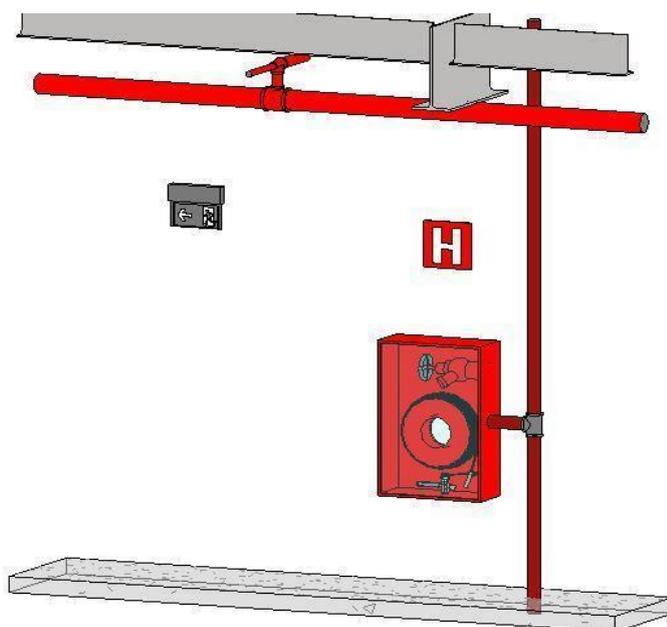
Fonte: Própria

Figura 37 – Modelo compatibilizado

Fonte: Própria

Figura 38 – Modelo compatibilizado

Fonte: Própria

Figura 39– Modelo compatibilizado

Fonte: Própria

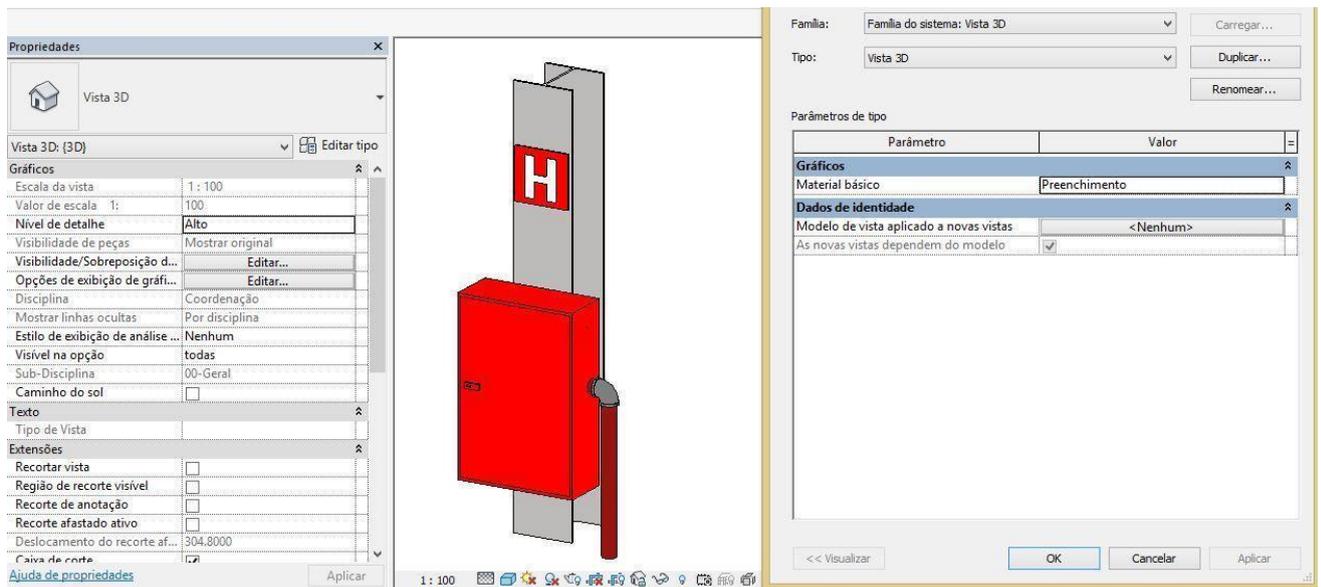
A verificação de interferências foi realizada através de relatório de *Clash Detection* (Detecção de interferências), por meio de software especializado, apontando quaisquer conflitos encontrados entre as disciplinas modeladas.

8.5 PARAMETRIZAÇÃO

Nessa etapa foram inseridas algumas especificações dos elementos e materiais utilizados na execução do projeto às famílias utilizadas na modelagem das disciplinas anteriormente citadas.

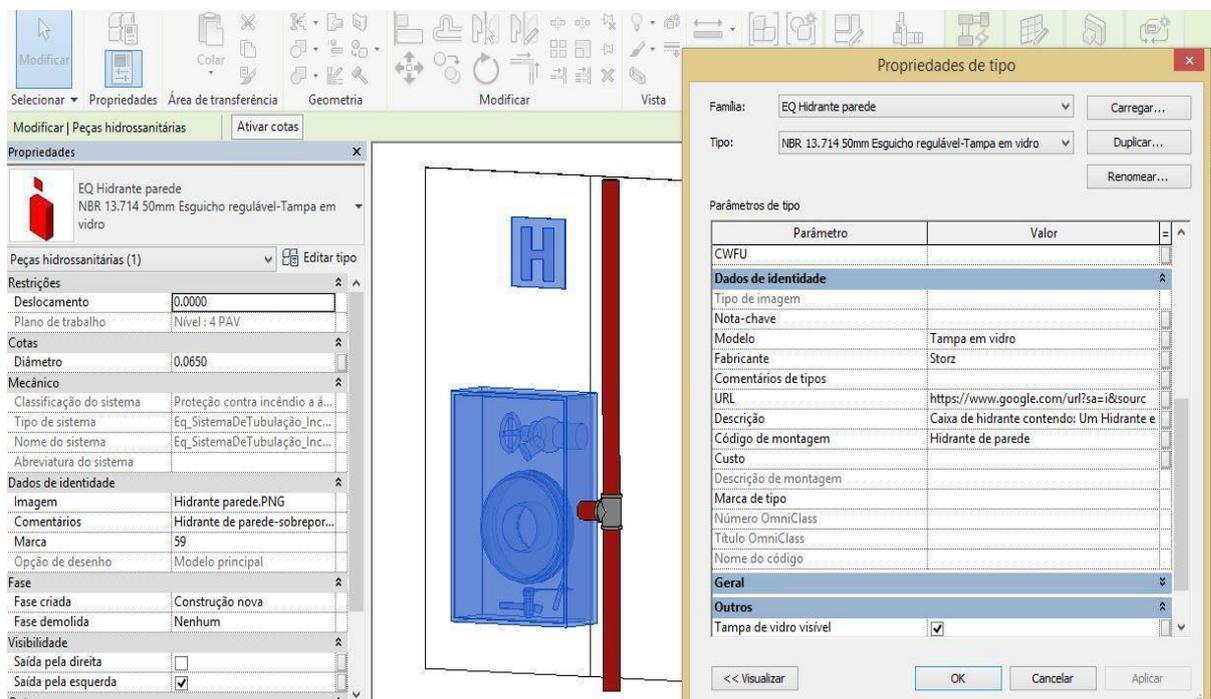
Parâmetros contidos no memorial descritivo disponibilizado pelo cliente, informações como fabricante, modelo, prescrições técnicas, ano de fabricação, validade, contato do fornecedor/fabricante foram adicionados individualmente em cada elemento da família utilizada na modelagem dos projetos, como mostram as Figuras 40, 41, 42 e 43.

Figura 40 - Parametrização de hidrantes com caixa metálica



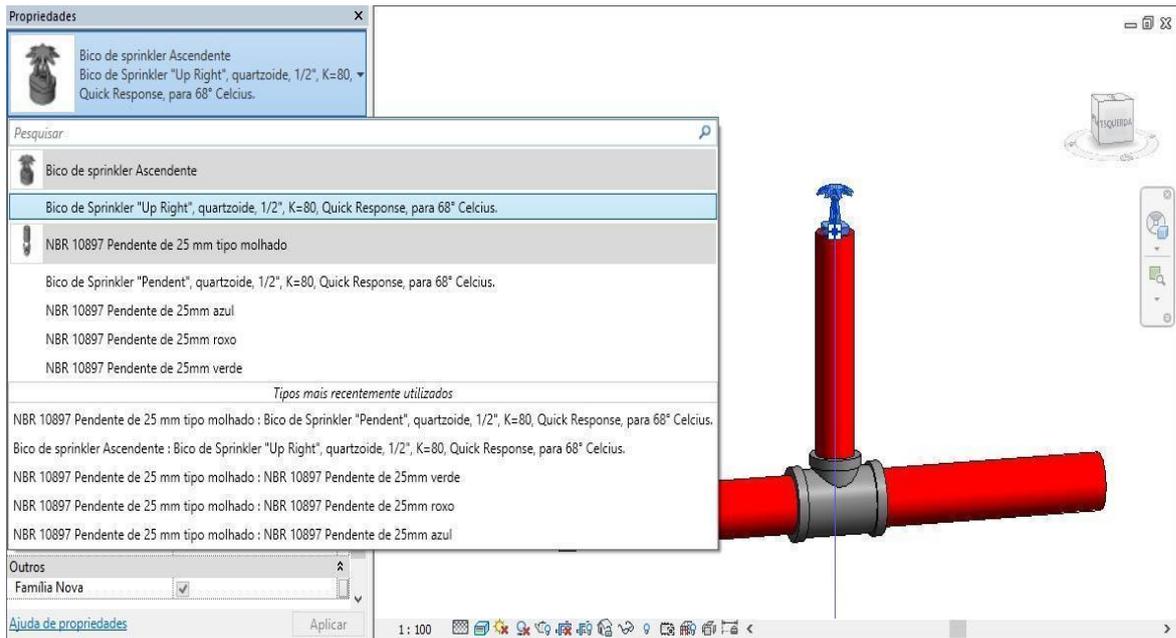
Fonte: Própria

Figura 41 - Parametrização de hidrantes com caixa de vidro



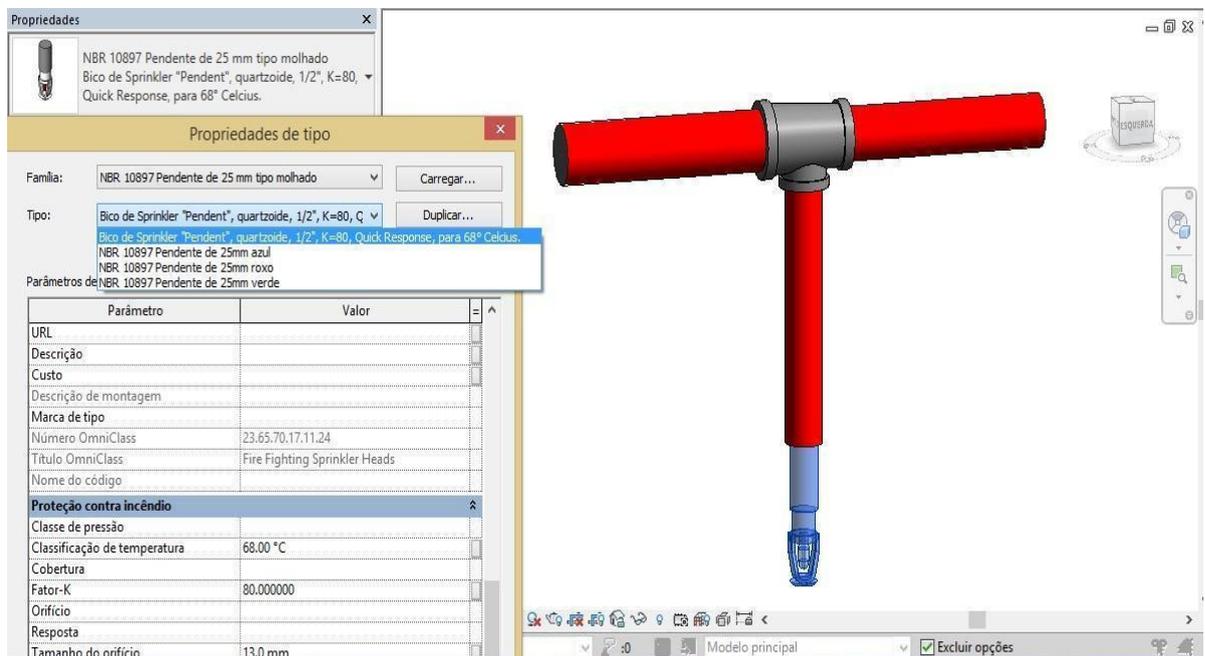
Fonte: Própria

Figura 42 - Parametrização de Sprinkler *Up-Right*



Fonte: Própria

Figura 43 - Parametrização de Sprinkler *Dependent*



Fonte: Própria

Como a família utilizada na modelagem geométrica, em alguns casos, não representava, na sua totalidade, fielmente os elementos construtivos, a parametrização possibilitou a reprodução real dos elementos através das informações inseridas.

8 CONCLUSÃO

O uso do paradigma BIM para elaboração do modelo *As Built* mostrou-se eficiente ao longo do desenvolvimento do trabalho, visto que o fluxo de trabalho compartilhado otimizou a integração entre os envolvidos, sendo possível prever automaticamente as interferências entre os modelos.

Neste estudo foi possível identificar a importância de uma estrutura organizacional da equipe do trabalho, tendo a figura do Gerente BIM como líder da equipe de modelagem. Suas atitudes foram cruciais para a eficácia do modelo BIM entregue ao cliente, tanto no papel de compatibilizar e atualizar os modelos das subdisciplinas, quanto na tomada de decisões junto ao cliente.

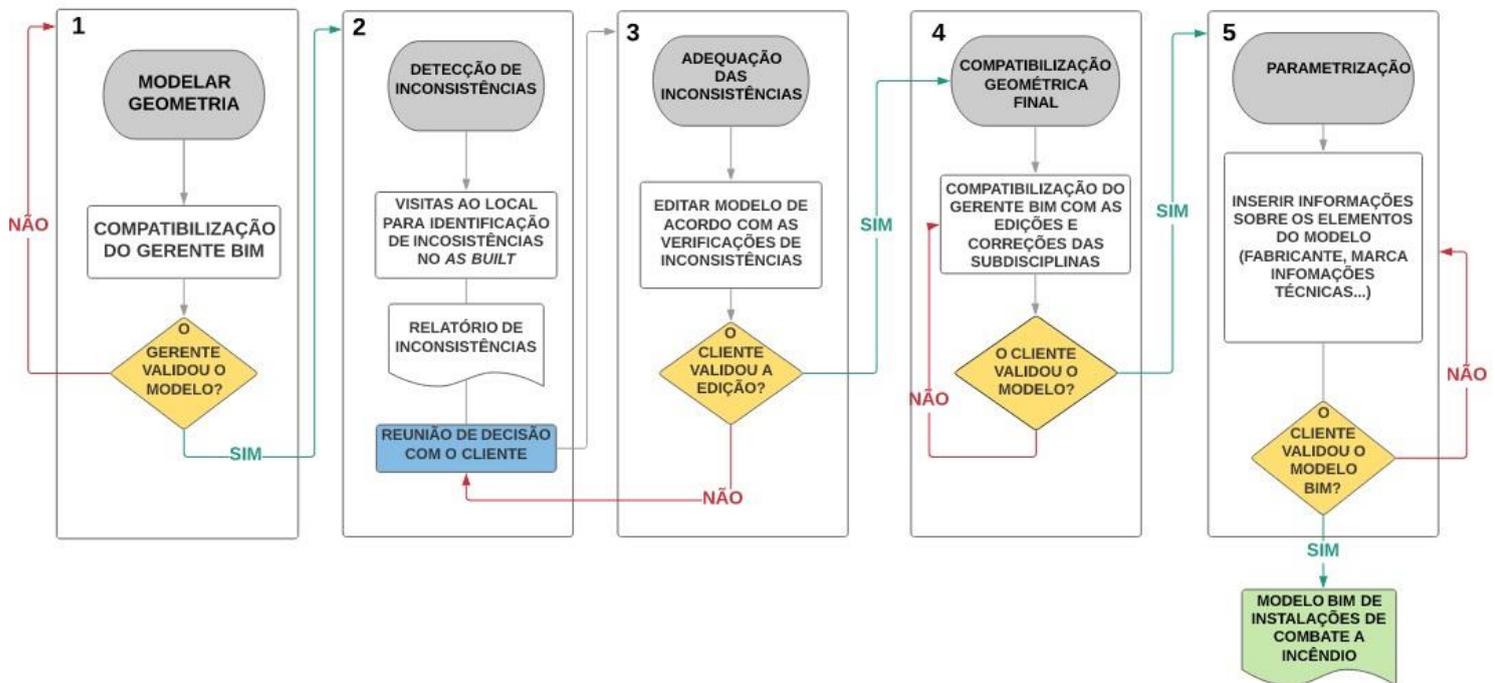
Percebeu-se também a importância do BIM para obter um controle de modificações no projeto executivo durante a fase de construção para elaboração da revisão *As-Built* “como construído”, visto que este último deve representar fielmente a construção.

Como afirma Salviano e Neto (2016), o registro de alterações ao longo da obra colabora com as futuras intervenções na fase de uso, operação e manutenção, evitando acidentes por desconhecimento de elementos devido a desenhos obsoletos.

Neste trabalho foram detectados uma quantidade alta de inconsistências perante informações do projeto executivo com revisão *As-Built*, induzindo a equipe a criar um modelo de fluxo do roteiro de atividades para viabilizar a modelagem do *As Built* BIM, como apresentada na Figura 44 abaixo.

Figura 44 - Fluxograma do roteiro de modelagem BIM do As Built

ROTEIRO DA MODELAGEM



Fonte: Própria

Neste fluxo teórico, é possível observar que apesar da verificação de inúmeras falhas de projeto, o trabalho não foi inviabilizado, sendo validado pelo cliente a partir da apresentação do relatório para tomadas de decisões para alterações mais relevantes no projeto.

Apesar de ter iniciado a modelagem do sistema de Segurança e Instalações e Combate ao Incêndio do zero, o que requereu maior tempo e dedicação, pôde-se observar a qualidade do modelo BIM gerado para elaboração da revisão *As Built*.

O modelo *As Built* BIM, além de possibilitar melhor visualização, é rico em informações quanto aos parâmetros dos objetos digitais, ou chamados “objetos inteligentes”, que são os elementos dos sistemas construtivos com referências sobre sua fabricação, modelo, validade, entre outros.

No entanto, percebe-se que apesar da complexidade da execução do trabalho, o modelo BIM *As Built* gera inúmeros benefícios para a fase de Uso, Operação e Manutenção, podendo ser utilizado para integrar ao Manual de Uso e Operação, tal como no Programa de Manutenção do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ADDOR, Miriam Roux A. et al. Colocando o "i" no BIM. 2010. **Arq.urb**, n. 4 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf>. Acesso em: 9 out. 2019.

ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos AS BUILT de sistemas prediais hidrossanitários**, 2016. Monografia (Graduação) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <https://eec.ufg.br/up/140/o/IMPACTO_DO_USO_DO_BIM_NA_ELABORA%C3%87%C3%83O_DE_PROJETOS_AS_BUILT_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_HIDROSSANIT%C3%81RIOS.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

ALVIM, Carlos Roberto; CAMARINI, Gladis. **Desempenho de edificações e o manual do usuário**. In: Workshop de tecnologia de processos e sistemas construtivos, 1º, 2017, São Paulo. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Gladis_Camarini/publication/319959992_DESEMPENHO_DE_EDIFICACOES_E_O_MANUAL_DO_USUARIO/links/5b3b6ba50f7e9b0df5e91d4e/DESEMPENHO-DE-EDIFICACOES-E-O-MANUAL-DO-USUARIO.pdf>. Acesso em: 09 out. 2019.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, 2009. Disponível em: Acesso em 04/10/2010.

ARAÚJO, Fabrícia. **O ciclo de vida do produto**, 2014. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/o-ciclo-de-vida-do-produto>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

ARAÚJO, Letícia. **BIM e laser scanning na geração de projeto “as built” de sistemas prediais hidráulicos e sanitários**, 2017. Disponível em: <http://www.arandanet.com.br/revista/hydro/materia/2017/05/28/bim_e_laser.html>. Acesso em: 08 dez. 2019.

ATKINS. **From building planning and design, to enabling effective asset strategies and workplace optimisation, Atkins has unrivalled experience in delivering** professional services for the built environment, 2018. Disponível em: <<https://www.atkinglobal.com/en-GB/group/sectors-and-services/sectors/buildings#about>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

AZHAR, Salman. **Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry**, 2011. Disponível em: <

<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

BRAGA, Ascensão. **A gestão da informação**, 2000. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/19_arq1.htm>. Acesso em: 08 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC/UE. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**, 2015. Disponível em: < <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

BRITO, Bruno. **Estimativas de custo em fases iniciais de projetos a partir de modelos BIM e programação generativa**, 2018. Salvador, Dissertação (Pós-Graduação) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2018.

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89863>>. Acesso em: 08 nov.2019.

CAMARGO, Renata. **Gestão Colaborativa: descubra os ganhos que trabalhar com cooperação pode trazer para sua empresa!**, 2016. Disponível em:< <https://www.treasy.com.br/blog/gestao-colaborativa/>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**, 2013. Disponível em: <<https://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBICGuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>> . Acesso em: 08 nov.2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**, vol.1, 2016.

CAMÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de lei N.º 6.619-A**, de 2016

CASARIN, Ricardo. **Crise estimula busca por inovações da indústria na área da construção civil**, 2018. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/industria/crise-estimula-busca-por-inovac-es-da-industria-na-area-da-construc-o-civil-1.716460>> . Acesso em: 08 nov.2019.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO/ BR. **Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho**, 2015. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf> . Acesso em: 08 nov.2019.

_____. **Guia AsBEA boas práticas em BIM**, 2015. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

_____. **Guia orientativo para atendimento à norma ABNT 15575/2013**. Disponível em: <<https://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBICGuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**, 2013 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3415>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

DEGASPERI, Anderson. **Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação**, 20-. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/07/revista-espaco-academico-v07-n02-artigo-05.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

DORNELES, Juliana. **Metodologia de implantação de sistema de gestão da qualidade em empresas fornecedoras de mão-de-obra para a construção civil**, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88208>>. Acesso em: 6 out. 2019.

EASTMAN, Charles. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**, Bookman, 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. **Metodologia TheoPrax**. Disponível em: <www.fieb.org.br/senai/Pagina/3836/Metodologia-TheoPrax.aspx>. Acesso em: 3 nov. 2019.

FERNANDES & GROSSI ENGENHARIA. **Ciclo de vida de edificações**, 2018. Disponível em: <https://fernandesgrossi.com.br/manutencao_predial/ciclo-de-vida-de-edificacoes-habitacionais/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FERREIRA, Filipe. **Potencial da utilização de tecnologias abertas para o BIM: casos práticos**, 2017. Monografia (Graduação) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13273/1/21653979.PDF>>. Acesso em: 6 out. 2019.

FREITAS, Wesley; JABBOUR, Charbel. **Utilizando estudo de casa(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões**, 2011. Disponível

em: <<http://univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/560/550>>. Acesso em: 6 out. 2019.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. AltoQi, 2017. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 08 out. 2019.

INBEC. **Uso do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras**, 2018. Disponível em:<<https://www.inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

LÁZARO, Pedro Miguel. **Gestão da informação na construção – Aplicação de ferramentas colaborativas no desenvolvimento de projetos de construção**, 2010. Disponível em: <https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/20_000148846.pdf>. Acesso em: 08 out. 2019.

MAGALHÃES, Andréa. **Colaboração no Trabalho: A importância do trabalho em grupo para o sucesso dos negócios**, 201-. Disponível em:<<https://www.dheka.com.br/importancia-colaboracao-sucesso-negocios/>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MANZIONE, Leonardo. **Compartilhamento e troca de modelos BIM**, 2015. Disponível em: <<http://www4.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim>>. Acesso em: 08 out. 2019.

MARTINS, Sergio. **Gestão da Informação: estudo comparativo de modelos sob a ótica integrativa dos recursos de informação**, 2014. Disponível em:<<https://app.uff.br/riuff/handle/1/7539>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MELHADO, Silvio. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de construção de edifícios**, 2001. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/12775625-Silvio-burrattino-melhado-gestao-cooperacao-e-integracao-para-um-novo-modelo-voltado-a-qualidade-do-processo-de-projeto-na-construcao-de-edificios.html>>. Acesso em: 08 out. 2019.

MELLO, Luiz; AMORIM, Sergio. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos**, 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200013>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MENEGATTI, Bruna. **Compatibilização de projetos arquitetônico e estrutural de uma residência unifamiliar com auxílio da plataforma**, 2015. Disponível

em:<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5791/1/PB_COECI_2015_2_35.pdf> .Acesso em: 08 out. 2019.

MIKALDO, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?**, 2008. Disponível em:<<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50928>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MIKALDO, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com o uso de TI**, 2006. Disponível em:<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/10393/DISSERTAÇÃO-JORGE%20MIKALDO%20JR.PDF?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MONTEIRO, Ana; JÚNIOR, Antônio; STEWARD, David; PEREIRA, Evelyne. **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas**, 2017. Disponível em:<<http://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62/>> . Acesso em: 08 out. 2019.

MORITANI, Edson. **Técnicas e ferramentas de gestão na coordenação de projetos**, 2008. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/bc8f19f44d420a1144892192c7c34bd9.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

NAKAMURA, Juliana. **Software para BIM: uma lista completa e comentada**, 2019. Disponível em:< <https://www.buildin.com.br/software-para-bim/>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

NASCIMENTO, Luiz; SANTOS, Eduardo. **A indústria da construção na era da informação**, 2003. Disponível em:< <https://docplayer.com.br/18896798-A-industria-da-construcao-na-era-da-informacao.html>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

NASCIMENTO, Rafael. **Compatibilização de Projetos de Edificações**, 2015. Disponível em:<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015761.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **NIBS: National Building Information Modeling Standard version 1 - Part 1: Overview, principles, and methodologies**. 2008. 183 p.

OLIVEIRA, Marcelo. **Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção**, 2017. Disponível em:<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/48721/1/Tese%20de%20outoramento_Marcelo%20Albuquerque%20Oliveira_2017.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.

PAIVA, Daniel. **Uso do BIM para compatibilização de projetos:** Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora, 2016. Disponível em:<<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibilização-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

PARROT, Brad; BOMBA, Michael; THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated project delivery and building information modeling:** a new breed of contract, 2010. Disponível em:<<http://content.aia.org/sites/default/files/2017-03/About%20AIA%20Doc%20Ref%20Material.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

PICCHI, Flávio; AGOPYAN, Vahan. **Sistema da qualidade na construção de Edifícios,** 1993. Disponível em:<http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00104.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.

PINHAL, Paulo. **O que As built?,** 2014 . Disponível em:<<http://www.colegiodearquitectos.com.br/dicionario/2014/03/as-built/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

RISSON, Matheus. **Gestão da manutenção de uma edificação pública com uso de modelo BIM:** Estudo de caso no CRAS-BIGUAÇU/SC, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192199/TCC%20-%20Matheus%20Risson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SALVIANO, Neto. **Análise das divergências entre o projeto executivo e o realizado em campo de uma unidade de geração de energia de uma refinaria,** 2016. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_320_28794.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SANTOS, Karine. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM,** 2017. Enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção. Disponível em:<http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_11659_Karine%20Dissertacao.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SEPLAN. **Plano de obras,** 2018. Disponível em:<http://www5.tjba.jus.br/portal/wp-content/uploads/2019/07/Plano-de-Obras-2018-2020_R13.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SILVA, Beatriz. **Benefícios de se cultivar uma mindset organizacional de crescimento na sua empresa e ambiente de trabalho,** 2017. Disponível em: <https://mentalidadedecrecimento.com.br/mindset-organizacional/> . Acesso em: 08 nov. 2019.

SILVA, Beatriz. **O poder extraordinário do trabalho colaborativo para fortalecer a inteligência emocional e a mindset de empresas e indivíduos**, 2017. Disponível em:< <https://mentalidadedecrecimiento.com.br/trabalho-colaborativo/>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

SILVA, Claudete. **Gestão da segurança da informação: um olhar a partir da Ciência da informação**, 2009. Disponível em: <<http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/bitstream/tede/819/1/Claudete%20Aurora%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em: 09 nov.. 2019.

SILVA, Jandson Natan Praes ; SANTOS, Áureo Da Silva ; VIEIRA, Maria Luiza Correa ; FRAGA, Lorrana Soares ; ALMEIDA, Gabriel Santana De. **A importância do manual do proprietário**, 2018. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/80207.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SILVA, Maria. **As atividades de coordenação e gestão do conhecimento nos projetos de edificações**, 2004. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

SUCCAR, Bilau. **Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**, 2008. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2942066/mod_resource/content/1/2009-Building_information_modelling_framework_A_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders.pdf%20%20%281%29.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

TONISSI, Renata; GÓES, Buschinelli. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**, 2011. Disponível em:<http://cassiopea.ipt.br/teses/2011_hab_renata_buschinelli_goes.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

ULRICH, Helen. **Controle da qualidade de projetos de edificações**, 2001. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

VIABILIZE. **O Ciclo de vida de um difícil**, 2018. Disponível em:<<https://blog.viabimlize.com.br/aula-09-o-ciclo-de-vida-de-um-edificio-curso-bim-fundamental/>> . Acesso em: 08 dez. 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso** – Planejamento e métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE A



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: THEOPRAX
DOCENTE: JOÃO LUCAS DA HORA
ORIENTADOR: MSc. BRUNO LEÃO

EQUIPE DE MODELAGEM DA DISCIPLINA DE SEGURANÇA E
COMBATE A INCÊNDIO

RELATÓRIO TÉCNICO DE DETECÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS ENTRE
EXECUÇÃO E PROJETO DO PRÉDIO DE AMPLIAÇÃO DO TRIBUNAL
DE JUSTIÇA DO ESTADO DA BAHIA

Salvador
2019

**EQUIPE DE MODELAGEM DA DISCIPLINA DE SEGURANÇA E
COMBATE A INCÊNDIO**

**RELATÓRIO TÉCNICO DE DETECÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS ENTRE
EXECUÇÃO E PROJETO DO PRÉDIO DE AMPLIAÇÃO DO TRIBUNAL
DE JUSTIÇA DO ESTADO DA BAHIA**

Trabalho acadêmico voltado
à disciplina de Theoprax do
Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Centro
Universitário SENAI
CIMATEC com orientação
do MSc. Bruno Leão.

Salvador
2019

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS.....	4
2. METODOLOGIA.....	4
3. INCONSISTÊNCIAS DETECTADAS.....	5
3.1 SUBSOLO.....	5
3.2 TÉRREO.....	6
3.3 PRIMEIRO E SEGUNDO PAVIMENTOS.....	7
3.4 TERCEIRO E QUARTO PAVIMENTOS.....	10
3.5 QUINTO PAVIMENTO.....	13
4. CONCLUSÃO.....	14

1. OBJETIVOS

Este relatório tem como objetivo expor, detalhadamente, as incompatibilidades encontradas entre o representado nos projetos mais atualizados de instalações de combate a incêndio recebidos e as estruturas construídas, conforme verificado *in loco*, suscitando a análise sobre a viabilidade de se adequar todas as inconformidades existentes à modelagem do projeto.

2. METODOLOGIA

Para a conferência do projeto *in loco*, a equipe realizou duas vistorias ao prédio de ampliação do tribunal de justiça já construído, verificando os sete pavimentos existentes.

Para a verificação, foi feita a análise visual direta e por fotos dos elementos, comparando-os então com suas representações expressas nos projetos, avaliando quesitos como representação geométrica e tipologia do material.

Para elementos pontuais ou de fácil visualização, tal como a locação de caixas de hidrantes, de extintores e encaminhamento de tubulações aparentes, fez-se a verificação em pontos escolhidos na própria obra, para cada um dos pavimentos. Para elementos, tais como ramais de sprinklers e tubulações embutidas em shaft's e forros, que se repetem por toda estrutura, a verificação foi realizada por meio de amostragem.

3. INCONSISTÊNCIAS DETECTADAS

3.1 SUBSOLO

Figuras 1 e 2 - Ramal de Interligação com Tubulação PEAD - (Aparente)



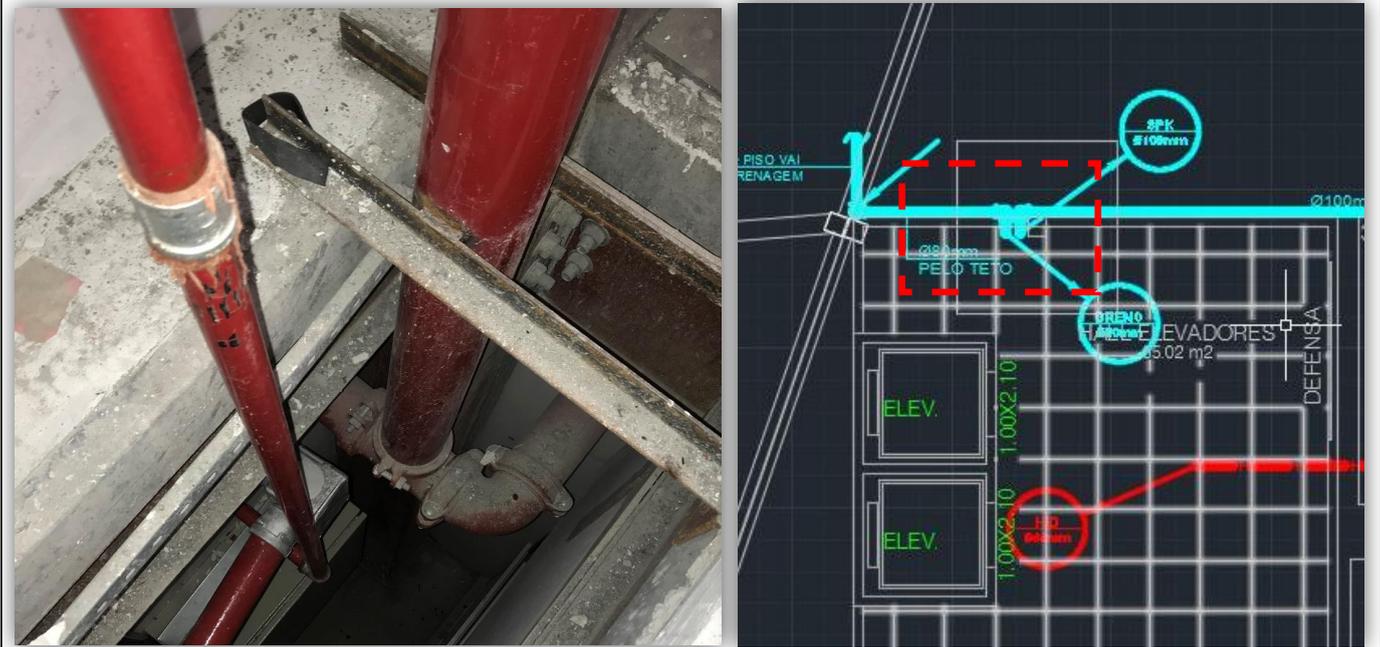
Local: Região no Limite Inferior do Pavimento - Subsolo

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações, além de representar erroneamente as tubulações em destaque que, na verdade, estão rebatidas para o lado direito.

3.2 TÉRREO

Figuras 3 e 4 - Rede de Alimentação de SPK - (Embutido no Shaft)

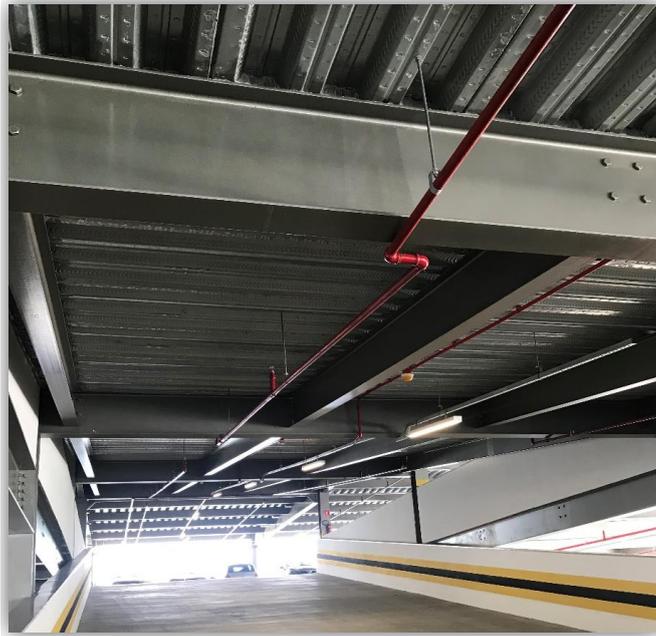


Local: Shaft ao Lado do Hall de Elevadores Central - Térreo

Descrição detalhada da não-conformidade:

Ao contrário do representado no desenho, não há vestígios da continuação da rede de alimentação de SPK na região do subsolo.

Figuras 5 e 6 - Ramais de SPK ao Longo da Rampa - (Aparente)



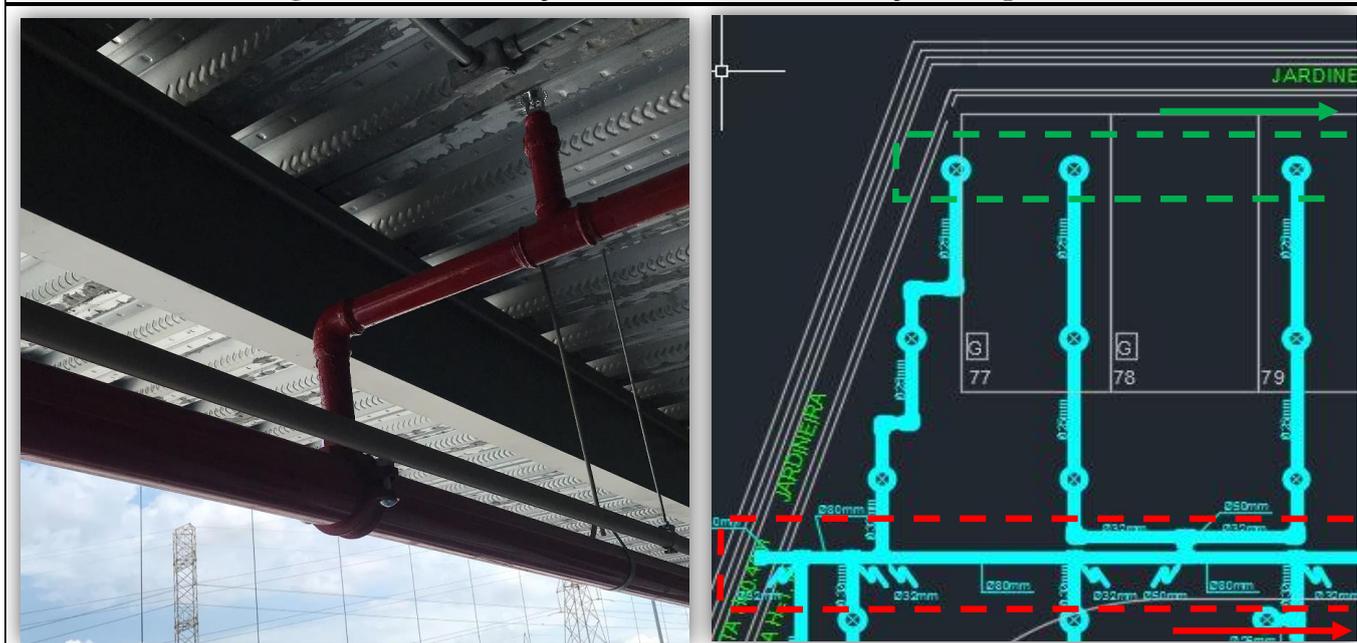
Local: Rampa de Transição do Térreo ao Primeiro Pavimento - Térreo

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações, além representar erroneamente a interrupção dos ramais de SPK que, na verdade, são contínuos e não possuem desnível ao seu decorrer.

3.3 PRIMEIRO E SEGUNDO PAVIMENTOS

Figuras 7 e 8 - Locação do Ramal de Alimentação - (Aparente)

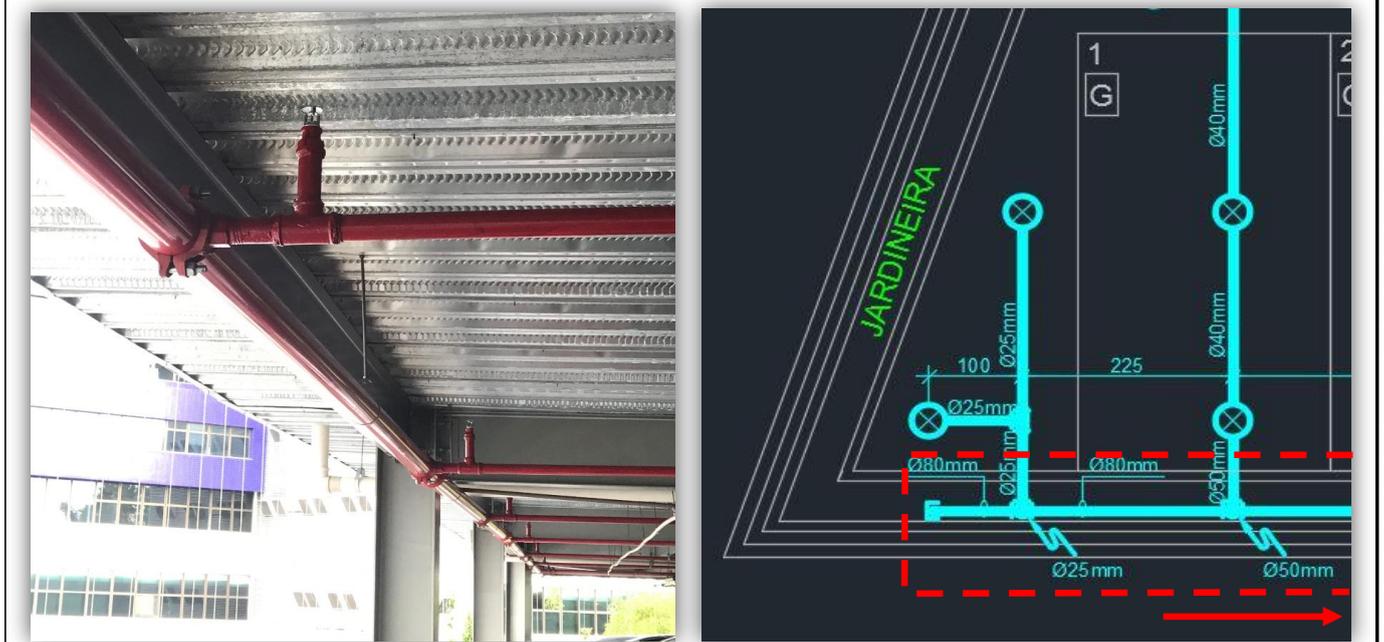


Local: Região Superior do Pavimento, Próxima a Mureta - 1º e 2º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações, a altura do desnível entre as tubulações, além de demonstrar representação inconsistente da conexão utilizada entre as tubulações, onde ao contrário de um Tê, é utilizado um tipo de adaptador, o qual não é especificado no projeto. Ademais, o desenho indica, na região superior do pavimento, o ramal de alimentação que corta o pavimento de forma incorreta, tendo como real localização onde sinalizado em cor verde.

Figuras 9 e 10 - Encontro dos Ramais de Alimentação e SPK - (Aparente)



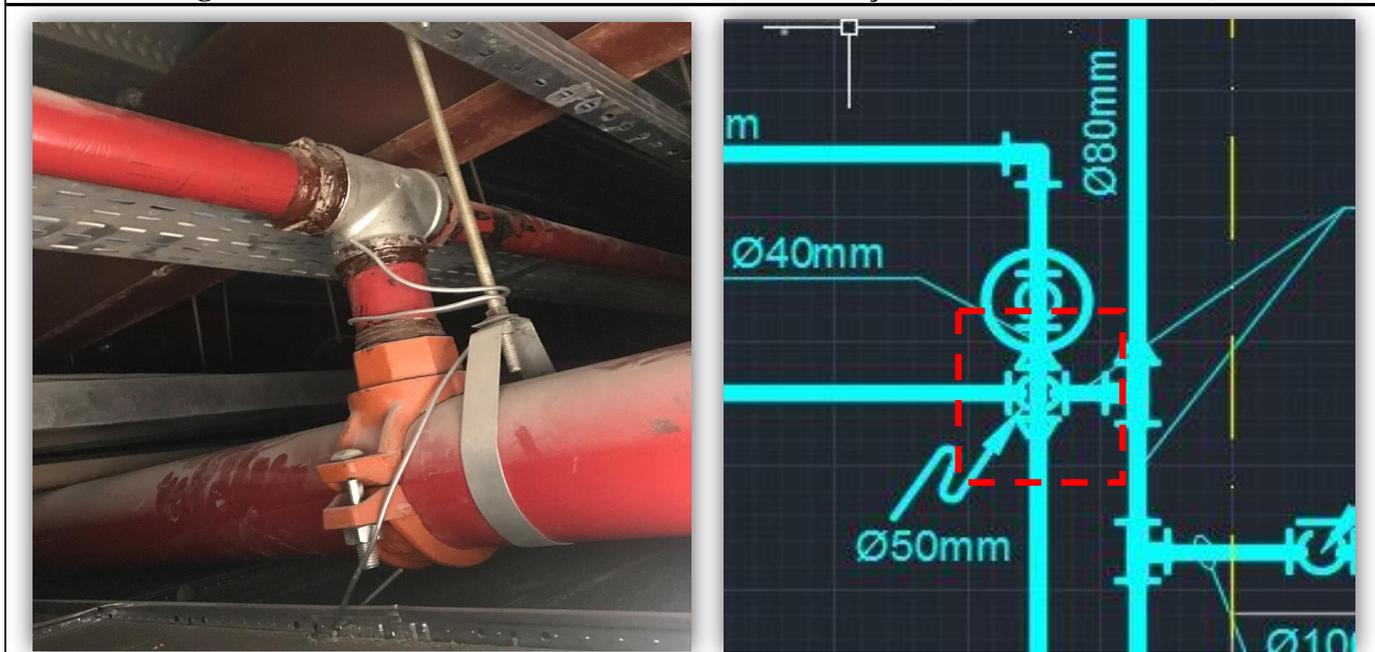
Local: Região Inferior do Pavimento, Próxima a Mureta - 1º e 2º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações, além de demonstrar representação inconsistente da conexão utilizada entre as tubulações, onde ao contrário de um Tê, é utilizado um tipo de adaptador, o qual não é especificado no projeto. Ademais, o desenho indica, ao longo de toda a região inferior do pavimento, desníveis inexistentes no local de encontro das tubulações.

3.4 TERCEIRO E QUARTO PAVIMENTOS

Figuras 11 e 12 - Conexão entre Ramais de Tubulação - (Embutido no Forro)

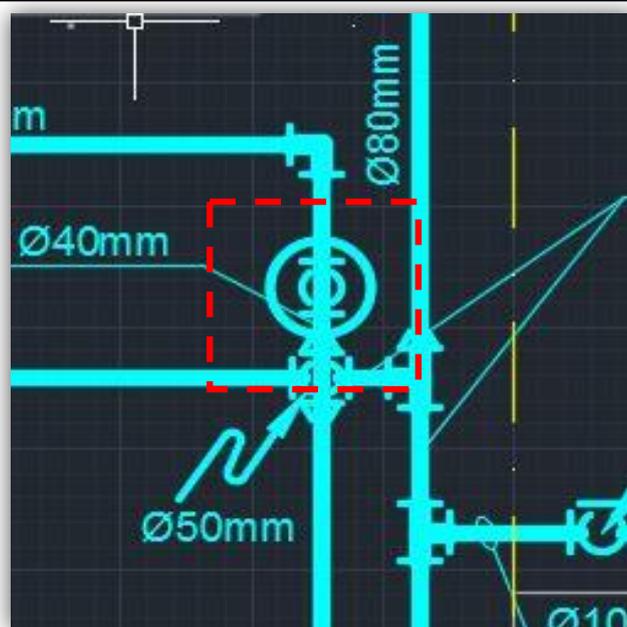


Local: Circulação Próxima a Hall de Elevadores - 3º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações e nem a altura de desnível da tubulação, além de demonstrar representação inconsistente da conexão utilizada entre as tubulações, sugerindo a existência de uma cruzeta. Fora isso, utiliza-se na tubulação de 100mm, um adaptador para conexão com tubo de 50mm descendente, o qual não é especificado no projeto.

Figuras 13 e 14 - Representação de Desnível em Tubulação Embutida no Forro - (Embutido no Forro)

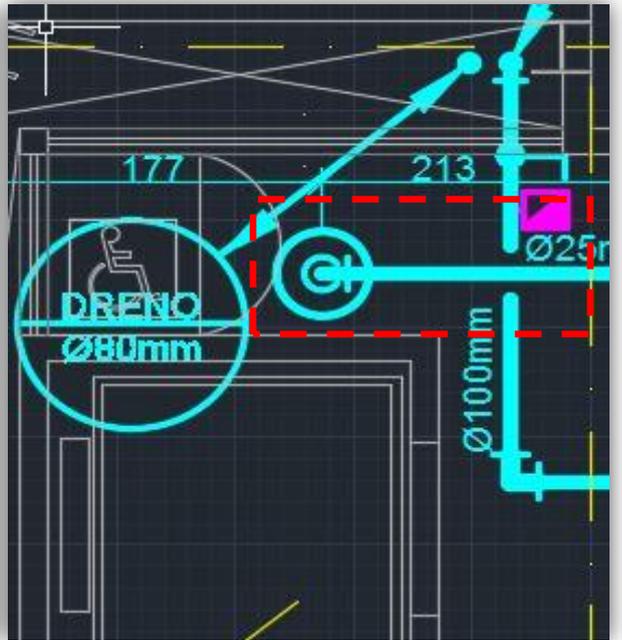


Local: Circulação Próxima a Hall de Elevadores Central - 3º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações e nem a altura de desnível da tubulação, além de demonstrar representação inconsistente do encaminhamento do tubo até o sprinkler.

Figuras 15 e 16 - Encaminhamento de Ramal de SPK - (Embutido no Forro)



Local: Hall de Elevadores Central - 3º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações, além de demonstrar representação inconsistente do encaminhamento do tubo até o sprinkler.

3.5 QUINTO PAVIMENTO (COBERTURA)

Figuras 17 e 18 - Localização de Tubulação de Alimentação das Lojas - (Embutida no Forro)



Local: Alimentação das Lojas - 5º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Desenho não indica a altura das tubulações e nem a altura do desnível sofrido pela tubulação, além de não representar o ramal lateral que, após o desnível, se interligará com a loja em localização diferente da representada.

Figuras 19 e 20 - Locação de Extintor



Local: Circulação Externa, Próxima as Placas Fotovoltáicas - 5º Pavimento

Descrição detalhada da não-conformidade:

Falta de locação do extintor no desenho.

4. CONCLUSÃO

Diversas inconsistências foram detectadas entre a representação do projeto atualizado e as instalações de combate a incêndio realmente executadas. Algumas dessas inconformidades, como por exemplo a falta de locação do extintor no 5º pav. (Figura 19) e o rebatimento sofrido pela tubulação de 100mm no subsolo do prédio (Figura 1), são de caráter pontual, o que facilita a inserção e a adequação das mesmas na modelagem do projeto. Entretanto, as inconsistências que se propagam por todo o projeto não seguindo um padrão específico, tal como a ausência de informações relativas a altura e desnível (variação de nível) das tubulações dos ramais (figuras 5,7,9,11,13,15,17), tornam difícil a sua adequação à modelagem.