



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



GABRIEL SIQUEIRA D'APARECIDA

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE
FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS NA ETAPA DE CONCEPÇÃO E
ELABORAÇÃO DE PROJETOS**

UBERLÂNDIA

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL SIQUEIRA D'APARECIDA

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE
FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS NA ETAPA DE CONCEPÇÃO E
ELABORAÇÃO DE PROJETOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cláudia de Freitas Salomão

UBERLÂNDIA

2018

GABRIEL SIQUEIRA D'APARECIDA

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE
FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS NA ETAPA DE CONCEPÇÃO E
ELABORAÇÃO DE PROJETOS**

Monografia submetida ao Departamento de Engenharia Civil
da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de
Uberlândia como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Uberlândia, ____ / ____ / ____

Banca de avaliação:

Profª. Dra. Maria Cláudia de Freitas Salomão – UFU/MG

(Orientadora)

Prof. Dra. Maria Cristina Vidigal de Lima – UFU/MG

(Examinadora Interna)

Prof. Dra. Eliane Betânia Carvalho Costa – UFU/MG

(Examinadora Interna)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha professora orientadora Dra. Maria Cláudia de Freitas Salomão por ter me orientado nesta pesquisa com bastante disposição e comprometimento. Sou grato por todo o tempo empenhado em me ajudar e pelo seu grande interesse em me guiar e aconselhar da melhor forma possível.

Agradeço, também, ao engenheiro José Anceloann Lago Grande Martins por ter me escutado e aconselhado com atenção durante a etapa de estudo e escolha do tema desta pesquisa.

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos meus pais, Wolmer e Sonia, que sempre fizeram de tudo para que eu pudesse ter uma ótima formação acadêmica. Os valores que me ensinaram e todo o suporte que me ofereceram guiaram-me durante toda a trajetória da minha graduação. Igualmente, dedico esta pesquisa às minhas irmãs, Fernanda e Natália, por todo apoio e carinho recebidos até então.

RESUMO

Nota-se o crescimento do número de pesquisas e trabalhos que abordam as vantagens e os impactos do uso de BIM nas diferentes fases de um empreendimento de construção civil. Simultaneamente, observa-se o aumento do uso da tecnologia BIM, mais especificamente, pela administração pública em escala global. Uma quantidade considerável de países já implementou programas e legislações que regulamentam o uso de BIM em projetos públicos. O Brasil, entretanto, encontra-se em fase inicial para criação de tais legislações. A presente pesquisa tem como intuito avaliar o uso de BIM como ferramenta na fiscalização de obra públicas. Mais especificamente, avaliar o uso de BIM no estudo da qualidade dos projetos e na previsão de interferências, bem como na análise e decisão de soluções para as mesmas, ainda na fase de concepção e elaboração dos projetos. Como resultado do estudo de caso desta pesquisa, concluiu-se que a tecnologia BIM auxilia no entendimento mais amplo do empreendimento e dos projetos das diferentes disciplinas. Ademais, constatou-se informações incoerentes e insuficientes nos projetos. Por fim, detectou-se um número considerável de interferências entre os projetos originais. Pôde-se perceber, após o estudo, que o uso de BIM pode auxiliar na fiscalização de obras públicas durante a fase de concepção e elaboração dos projetos. Com isso, torna-se evidente que quanto mais cedo for regulamentado e normatizado o uso de BIM para obras públicas, mais rápido o país poderá usufruir dos benefícios que essa tecnologia oferece no gerenciamento público de novos empreendimentos.

Palavras-chave: BIM; identificação de interferências; compatibilização de projetos; obras públicas.

ABSTRACT

The number of researches approaching the advantages of BIM in a project has been increasing. Concurrently, an increase of the use of BIM by different public administration worldwide can be noticed. A considerable amount of countries has already developed and implemented programs and standards nationwide to regulate the use of BIM for public construction projects. Brazil, nevertheless, has just commenced its course of developing such programs and standards. This research proposes to evaluate the use of BIM as an aid for public project supervision activities. Particularly, this research proposes to develop an assessment of the BIM uses for project quality evaluation, clash detection and solution analyses for the clashes detected in the design phase. The results of the study case reveal that BIM can contribute to the stakeholders by facilitating a broader comprehension of the entire project and the different discipline plans. Furthermore, the original plans of the study case present to have incoherent information and insufficient data. At last, a considerable number of clashes has been detected by the different discipline plans. Thus, the results are straightforward enough to indicate that the development and implementation of BIM standards for public projects can assure great benefits for Brazil's public administration.

Keywords: BIM; clash detection; project coordination; public construction projects.

ABREVIACÕES E SIGLAS

ACIF	Australian Construction Industry Forum
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	American Institute of Architects
APCC	Australian Procurement and Construction Council
BIM	Building Information Modeling
CA	Caixa de areia
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling
CG-BIM	Comitê Gestor da Estratégia BIM BR
CI	Caixa de inspeção
Estratégia BIM BR	Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
MDIC	Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NBIMS-US	National BIM Standard-United States
NIBS	National Institute of Building Sciences
PNE	Portador de Necessidades Especiais
ROI	Return on Investment – Retorno sobre Investimento
VUP	Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1 Introdução.....	9
2 Objetivos.....	11
3 Revisão Bibliográfica	12
3.1 BIM no Ciclo de Vida do Empreendimento	12
3.2 Benefícios da tecnologia BIM	16
3.3 LOD – Nível de Desenvolvimento do Modelo	24
3.4 Dificuldades de Implementação da Tecnologia BIM	27
3.5 BIM e a Compatibilização de Projetos	28
3.6 O uso da tecnologia BIM em obras públicas	34
4 Metodologia.....	40
5 Estudo de caso: Bloco 5BSM.....	42
6 Análise dos Resultados.....	46
6.1 Análise dos Projetos Originais.....	46
6.1.1 Projeto Arquitetônico	47
6.1.2 Projeto Estrutural.....	49
6.1.3 Projeto Hidrossanitário.....	50
6.2 Inconformidades Obra Executada com Projetos Originais.....	55
6.2.1 Projeto Arquitetônico	56
6.2.2 Projeto Estrutural.....	60
6.2.3 Projeto Hidrossanitário.....	64
6.3 Identificação de Interferências – <i>Clash Detection</i>	68
6.3.1 Projeto Estrutural × Projeto Hidrossanitário	68
6.3.2 Projeto Estrutural × Projeto Arquitetônico	77
6.3.3 Resumo das interferências encontradas.....	82
7 Conclusão	85
REFERÊNCIAS	87
ANEXO A	93
ANEXO B	95

1 INTRODUÇÃO

Segundo a coletânea sobre BIM da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2016), referências indicam que o termo BIM foi utilizado inicialmente por Charles Eastman, um professor da *Georgia Tech School of Architecture*. O professor Charles Eastman definiu BIM como um modelo virtual responsável por representar um produto, a partir do fluxo de informações do desenvolvimento do projeto deste produto.

O termo BIM é a abreviação de *Building Information Modeling*, traduzido como Modelagem da Informação da Construção. A CBIC (2016) apresenta algumas definições para o BIM. Uma delas define BIM como um processo 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”. BIM seria, portanto, uma plataforma única de informações com capacidade de dar suporte a todo o ciclo de vida de um produto construído.

O *Australian Construction Industry Forum* - ACIF juntamente com o *Australian Procurement and Construction Council* - APCC (2017), definem o processo BIM como uma coleção de usos de modelos, fluxos de trabalho e métodos de modelagem bem definidos utilizados para alcançar resultados de informação específicos, reproduzíveis e confiáveis a partir de um modelo. A *National BIM Standard-United States* - NBIMS-US (2018) define BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação.

Considerando tais definições, percebe-se que a definição sobre BIM não é um consenso e cada autor ou organização coloca em seu conceito os pontos que melhor acreditam ser os pontos-chaves para definir BIM. Contudo, entre os pontos-chave de toda essa gama de conceitos e definições sobre o BIM, destaca-se uma palavra: informação. Ao se trabalhar com BIM, as partes interessadas e envolvidas estão constantemente lidando com as informações sobre o projeto e a ferramenta trabalha com essas informações de forma inteligente e automática. Ao se elaborar projetos com essa tecnologia, é necessário definir e informar os dados dos componentes e dos sistemas, fixando suas características geométrica e paramétricas. Dessa forma, mudanças do projeto em uma área específica afeta automaticamente as demais áreas e a interação entre as disciplinas utilizando uma plataforma BIM propicia grandes funcionalidades e vantagens em relação aos processos tradicionais de elaboração e gerenciamento de projetos e execução de obras.

O retorno positivo que essas funcionalidades e vantagens proporcionam faz crescer a quantidade de países, cidades e regiões que elaboram legislações que regulamentam o uso da tecnologia BIM para projetos governamentais. Conforme apontam McAuley, Hore e West (2017), países como Áustria, Noruega, Suécia, Finlândia, Reino Unido, Rússia, Dinamarca, Coreia, Estados Unidos, Emirados Árabes (Dubai), China (Hong Kong), Austrália e Singapura já apresentam legislações vigentes que regulamentam o uso de BIM. Já países como Canadá, Portugal, Espanha, Países Baixos, Alemanha, Japão e China (demais regiões) já estão planejando a implementação ou já estão implementando legislações e/ou programas para o uso de BIM. O Brasil, ainda não apresenta legislação implementadas ou em fase de implementação para o uso de BIM. Entretanto, apresenta uma estratégia para a disseminação de BIM no Brasil, chamada de Estratégia BIM BR, instituída pelo decreto 9.377 de 2018 (BRASIL, 2018). Além da Estratégia BIM BR, há o Projeto de Lei 6619 de 2016, que pretende “estabelecer a obrigatoriedade do sistema BIM na confecção de projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública” (BRASÍLIA, 2016).

O aumento da adoção de BIM pelos governos indica, portanto, que a tecnologia se mostra uma facilitadora para o gerenciamento público dos projetos, colaborando com os governos nas atividades de fiscalização de obras públicas. Considerando esse aspecto, esta pesquisa foi realizada com o intuito de aferir os benefícios que o uso da tecnologia BIM oferece na fiscalização de obras públicas, especialmente na fase anterior ao início da execução das mesmas.

2 OBJETIVOS

O aumento do número de países que estão adotando o uso de BIM para projetos públicos aponta que a tecnologia contribui no gerenciamento de obras públicas. Sendo assim, a presente pesquisa apresenta como objetivo geral verificar a viabilidade da utilização da tecnologia BIM como ferramenta de fiscalização de obras públicas na etapa de projetos. Deseja-se avaliar o uso de BIM na fase de concepção e elaboração dos projetos a serem utilizados na execução de obras do governo.

Mais especificamente, esta pesquisa pretende, a partir de um estudo de caso, desenvolver uma avaliação sobre a contribuição do uso de BIM na verificação da qualidade dos projetos antes da fase de execução, isto é, verificar se os projetos apresentam detalhes e informações suficientes e coerentes. Além disso, propõe-se avaliar o uso de BIM na previsão de interferências entre os projetos das diferentes disciplinas antes de se começar a executar a obra. Por fim, pretende-se avaliar o uso de BIM como ferramenta para propor soluções para as interferências encontradas de forma a adequar os projetos previamente ao início da obra.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

(2010), afirma que os modelos inteligentes BIM são auxiliam na compreensão dos projetos pelas partes envolvidas (stakeholders), uma vez que os modelos são tridimensionais e parametrizados. Os modelos inteligentes também permitem o melhoramento contínuo do sistema, que seria a disposição das partes ou dos elementos de um todo no modelo, que funcionam como estrutura organizada. Ainda segundo (2010), o resultado dessa tecnologia é a existência de um banco de dados e a visualização do trabalho por inteiro, levando a melhores resultados e maior facilidade de manutenção do espaço construído. Sendo assim, a seguir são apresentadas características importantes da tecnologia BIM e os impactos positivos que a mesma oferece em novos empreendimentos em engenharia civil.

3.1 BIM no Ciclo de Vida do Empreendimento

Segundo Baroni (2011), as vantagens da plataforma BIM podem englobar todo o ciclo de vida da edificação, desde os estudos e análises de viabilidade do empreendimento até o descomissionamento e a demolição do edifício”. A plataforma permite a simulação 3D da edificação pronta, bem como a construção virtual do projeto, apresentando informações mais confiáveis e, por esses motivos, consegue viabilizar maiores condições de economia de tempo e de dinheiro. A Figura 1 aponta as etapas do ciclo de vida do empreendimento que podem ser beneficiadas pelo o uso da tecnologia BIM.

Pode-se dividir o ciclo de vida do empreendimento em três grandes fases: pré-obra, obra e pós obra. A Figura 2 também destaca como o BIM pode ser usado durante o ciclo de vida de um empreendimento, para todas as fases, isto é, fase pré-obra, fase de obra e fase pós-obra. É importante destacar que, para as diversas finalidades e para as variadas fases do empreendimento, pode-se utilizar diferentes ferramentas com tecnologia BIM.

Figura 1 - Fases do ciclo de vida beneficiadas pelo BIM

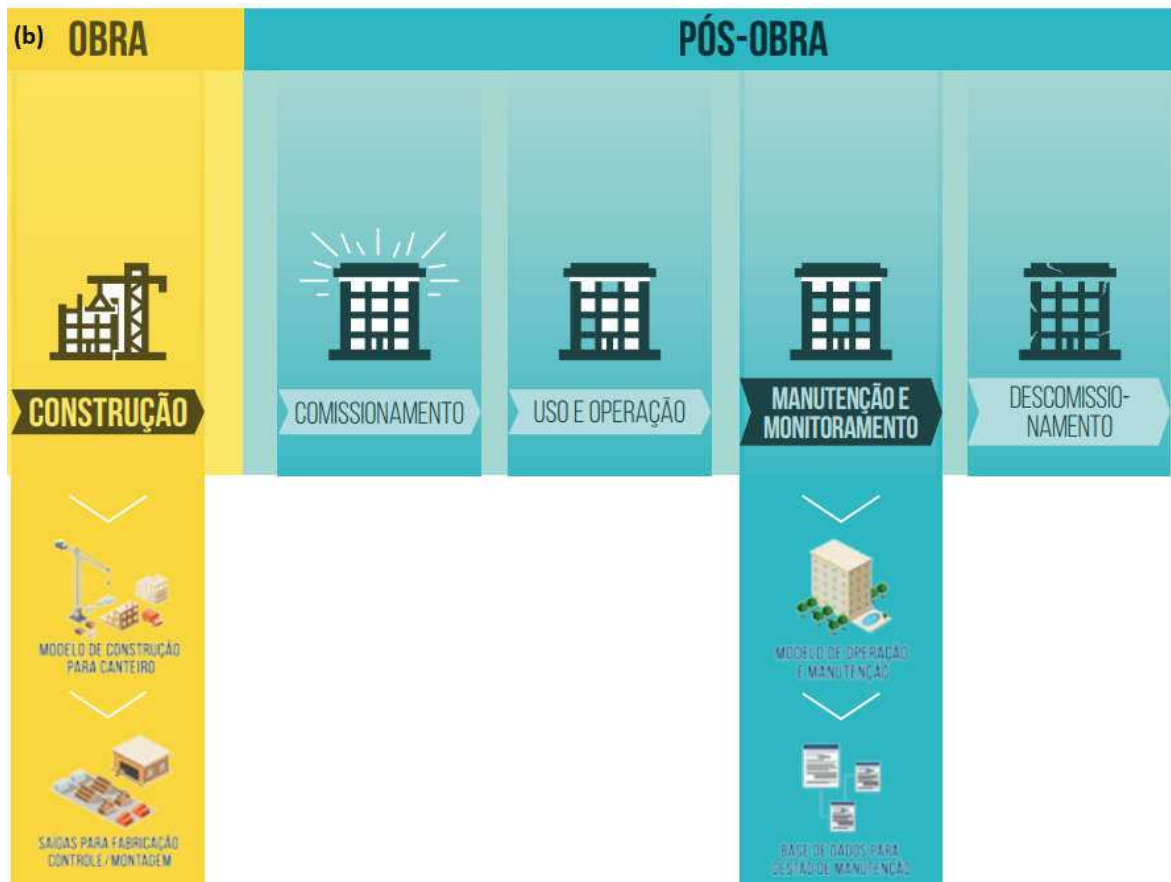


Fonte: PNM Tecnologia (2017)

Figura 2 - Uso do BIM nas atividades das fases: Pré-Obra (a); Obra e Pós-Obra (b)



Continuação: Figura 2 - Uso do BIM nas atividades das fases: Pré-Obra (a); Obra e Pós-Obra (b)



Fonte: CBIC (2016)

O uso do BIM pode facilitar até mesmo a adequação da edificação às normas vigentes. Um bom exemplo é a norma de desempenho, ABNT NBR 15575:2013, que estabelece requisitos e critérios de desempenho para edificações habitacionais. Os projetistas, incorporadores e construtores devem se atentar para a Vida Útil de Projeto (VUP) para os diversos sistemas construtivos, como cobertura, sistemas hidrossanitários, estrutura, pisos e vedações verticais internas e externas. Há ferramentas com tecnologia BIM que, durante o processo de conceituação, execução do projeto preliminar e execução do projeto executivo, permitem que sejam feitas simulações computacionais quanto ao conforto térmico, conforto acústico, análise energética e sustentável, entre outros, facilitando os esforços dos envolvidos em satisfazer as exigências da norma.

Em virtude dos fatos mencionados, percebe-se que existem variadas ferramentas com tecnologia BIM disponíveis, sendo que eles foram elaborados para atender necessidades específicas dentro de todo o ciclo de vida de um empreendimento. No Quadro 1 são listadas as ferramentas BIM comumente utilizados para diferentes finalidades. É importante destacar que existe uma quantidade

significativa de opções de ferramentas BIM no mercado e que muitas delas podem não estar listadas. Também é interessante observar que há um aumento no número de empresas que estão investindo totalmente em desenvolver ferramentas BIM para o mercado. Algumas delas desenvolvem ferramentas para as diversas disciplinas, como arquitetura, estrutura, hidráulica, mecânica, elétrica, construção, infraestrutura, gestão de projetos, gestão da edificação etc. Outras empresas especializam-se em desenvolver ferramentas para uma ou poucas disciplinas em específico.

Quadro 1 – Ferramentas com tecnologia BIM

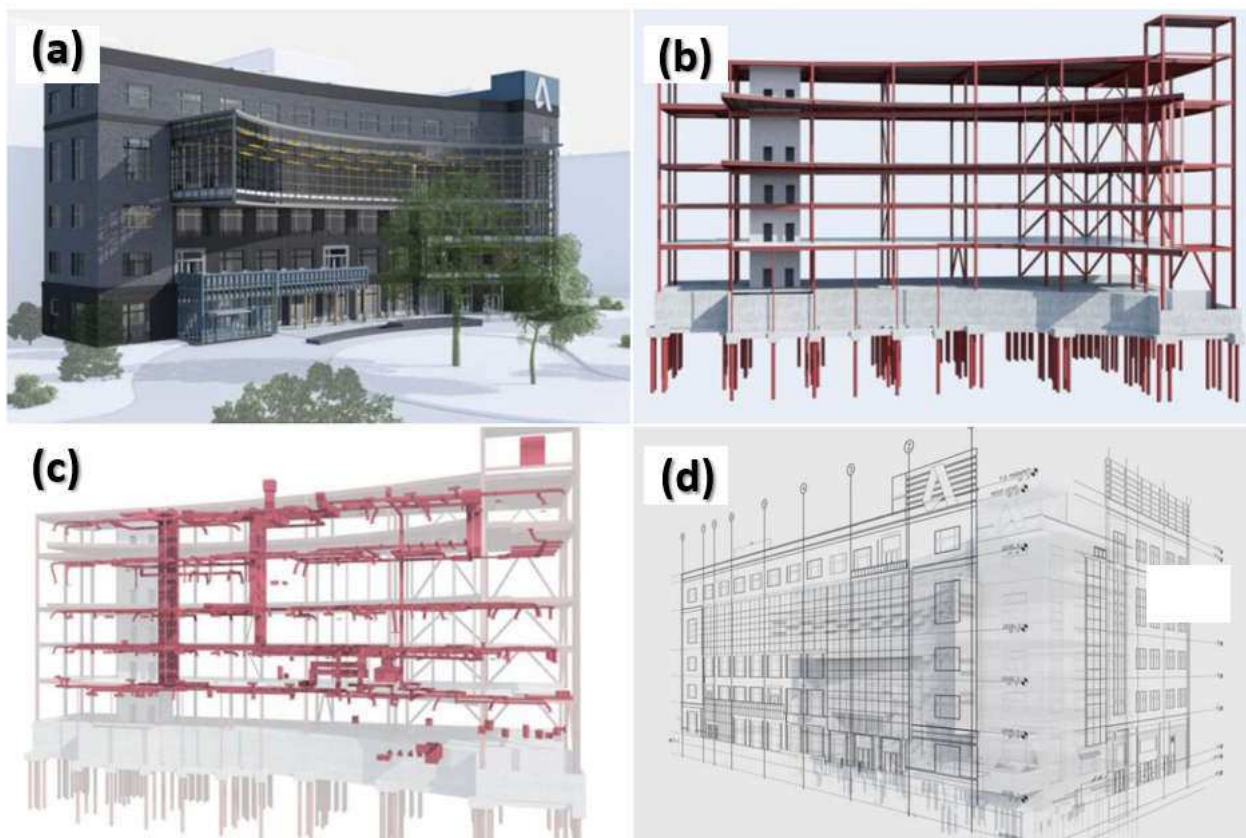
Disciplina	Ferramenta	Criador
Arquitetura	Revit Architecture	Audodesk
	Bentley Architecture	Bentley
	ArchiCAD	Graphisoft
	Vectorworks	Nametschek North America
	Allplan Architecture	Nametschek North America
	BricsCAD BIM	Bricsys
	Digital Project	Digital Project Inc.
Estrutura	TQS	TQS Informática Ltda
	Revit Structure	Audodesk
	Tekla Structures	Trimble
	Allplan Engineering Building	Nametschek North America
	CypeCAD	CYPE
	Robot Structural Analysis Professional	Audodesk
Hidráulica	Revit MEP	Audodesk
	MagiCAD	Glodon Group
	CypeMEP	CYPE
Elétrica	MagiCAD	Glodon Group
	CypeMEP	CYPE
Gerenciamento de Projetos	Navisworks	Audodesk
	Solibri Model Checker	Nametschek North America
Construção	Tekla BIMsight	Trimble
	Digital Project	Digital Project Inc.
	Synchro PRO	Synchro Software
Infraestrutura	AutoCAD Civil 3D	Autodesk
	Allplan Engineering Civil	Nametschek North America
Gestão da Manutenção	ArchiFM	Graphisoft
	EcoDomus	EcoDomus Inc.

Fonte: Autor

3.2 Benefícios da tecnologia BIM

Há diversos pontos que podem ser listados como benefícios do uso da tecnologia BIM, desde os benefícios mais básicos e claros até os mais específicos. Uma das vantagens mais evidentes em relação aos modelos de trabalho em projetos em 2D é a visualização do projeto em 3D. A utilização de ferramentas em 2D na execução de projetos exigia que o leitor do projeto usasse sua imaginação para elaborar, mentalmente, a forma tridimensional da edificação projetada a partir da combinação das informações registradas em diferentes desenhos (CBIC, 2016). A correta visualização do projeto é importante para garantir uma boa comunicação e entendimento entre as partes envolvidas. Ter uma plataforma que, além de fornecer as plantas e cortes usuais, oferece uma visualização detalhada e flexível do projeto, seja em 3D ou em documentações, possibilita menos erros de interpretação dos projetos, além de facilitar o acesso à informação. A Figura 3 apresenta a visualização em 3D de um mesmo edifício para diferentes disciplinas.

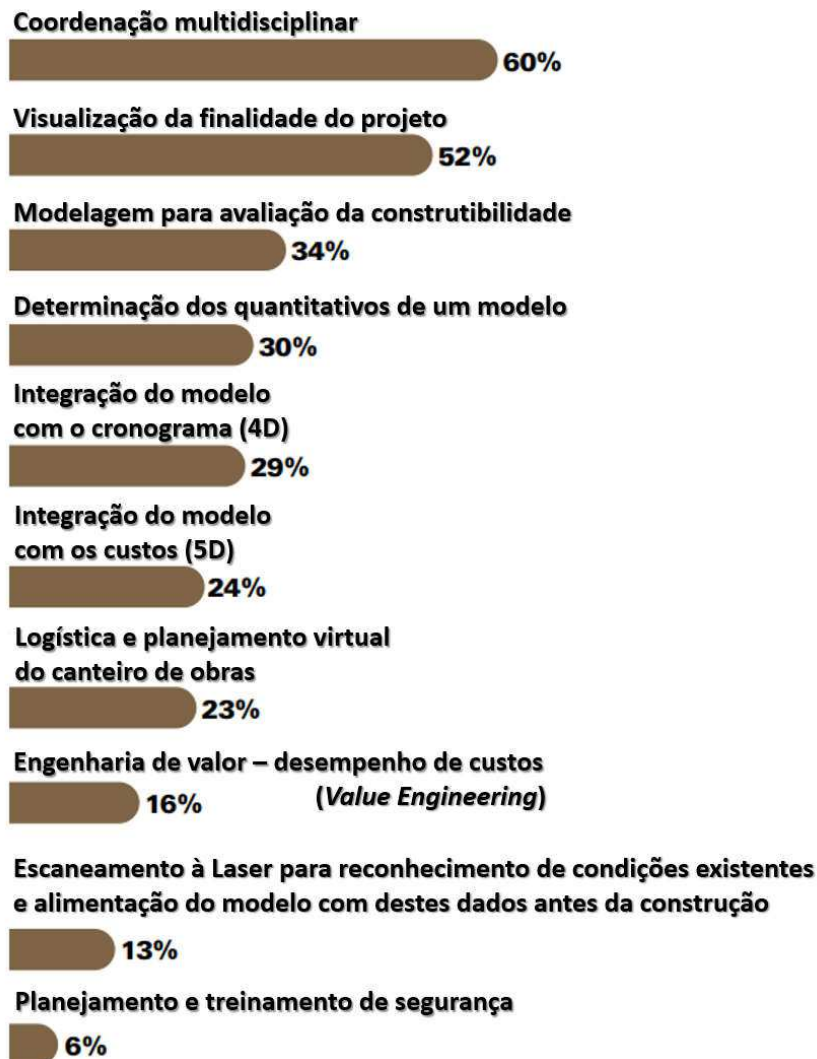
Figura 3 - Visualização 3D dos projetos (a) arquitetônico, (b) estrutural, (c) elétrico, ventilação e hidráulico e (d) dos detalhes construtivos



Fonte: Autodesk (2018)

A empresa McGraw Hill Construction (2014) realizou várias pesquisas sobre o uso e o impacto da tecnologia BIM na construção civil em 10 países, sendo eles Alemanha, Austrália, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia e Reino Unido. Em uma de suas pesquisas, as empresas que usam processos com BIM citaram os três maiores benefícios obtidos com a tecnologia durante a fase da pré-obra. O resumo das opiniões das empresas dos países estudados é apresentado pela Figura 4. Como pode-se perceber, 52% das empresas citaram a visualização da finalidade do projeto e 34% apontaram a execução da modelagem para a avaliação da construtibilidade como respostas entre as três maiores vantagens do uso de BIM, certificando que a visualização em 3D é, de fato, um grande benefício.

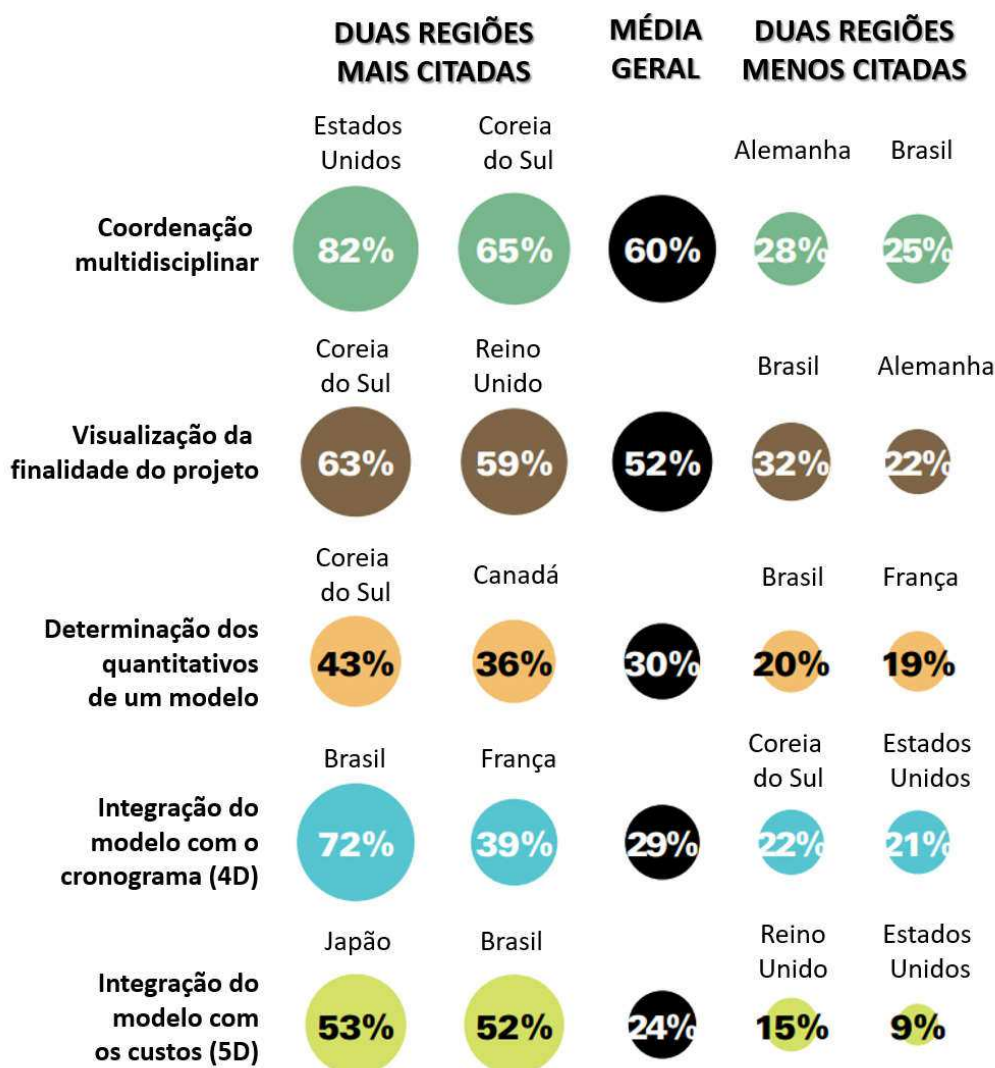
Figura 4 – Média global da porcentagem de construtores apontando as três principais vantagens no uso de BIM em suas atividades durante a fase pré-obra (concepção e planejamento)



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction (2014)

Outro ponto positivo que pode ser destacado é a facilidade de se ter um compartilhamento eficiente de informações. Em escala global, confirma-se este ponto analisando a Figura 5, em que mostra a coordenação multidisciplinar como a vantagem citada com maior frequência durante a fase da pré-obra. Entretanto, ao analisar os dados da pesquisa em escala regional, percebe-se que o Brasil é o país que menos aponta a coordenação multidisciplinar como um dos três maiores benefícios ao se trabalhar com BIM. Isso indica que o Brasil ainda é muito incipiente nas atividades que exigem trocas de informações entre profissionais de diferentes especialidades na fase da pré-obra, seja por dificuldade em implementar um processo que integre os profissionais de diferentes disciplinas, seja por resistência cultural.

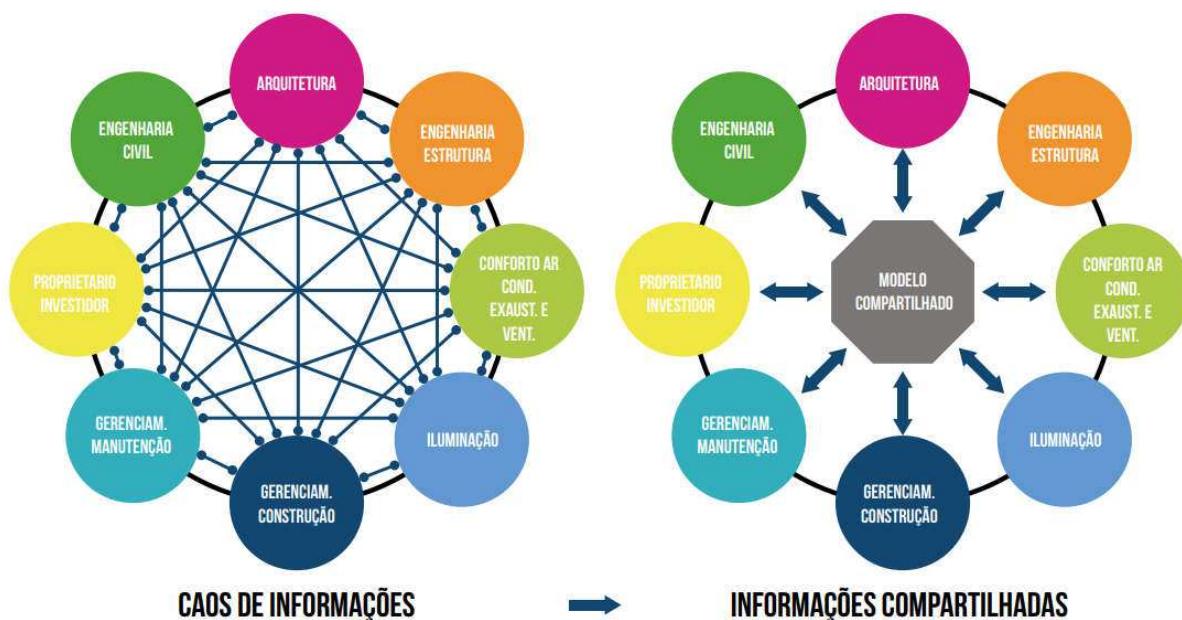
Figura 5 – Visão regional da porcentagem de construtores apontando as três principais vantagens no uso de BIM em suas atividades durante a fase pré-obra (concepção e planejamento)



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction (2014)

Em modelos tradicionais de construção, percebe-se uma desorganização e falta de padronização na comunicação e na troca de informações entre as partes envolvidas em um projeto, seja no início da concepção da edificação, seja na fase de uso e operação da mesma. Com o uso da tecnologia BIM, a troca de informações é facilitada, o que permite que erros e alterações aconteçam principalmente na fase inicial do projeto. Segundo Eastman *et al.* (2014), a tecnologia BIM facilita o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto através da colaboração de modelos 3D coordenados, os quais podem ter o controle de modificações melhor gerenciados. Como consequência, tem-se a redução dos erros de projeto e das omissões pelo melhor entendimento dos objetivos e etapas do empreendimento. Além disso, tem-se também maiores oportunidades de se garantir melhoria contínua. A Figura 6 ilustra a organização entre as partes envolvidos em um projeto sem e com o uso de BIM.

Figura 6 - Organização e comunicação entre as partes envolvidas



Fonte: CBIC (2016)

Conforme explicitado anteriormente, ferramentas BIM trabalham de forma totalmente integralizada, ao passo que uma modificação em um determinado corte, planta ou tabela gera uma modificação automática e inteligente em todas as demais formas de visualização do projeto. Desta forma, tudo o que é modelado tem informação e assim, é possível extrair essas informações em forma de documentos. Logo, tabelas com as quantidades das mais variadas especificidades da edificação podem ser geradas de forma prática e fácil, conforme pode ser visualizado pela Figura

7. Sendo assim, outro benefício de se trabalhar com BIM a ser apontado é a grande facilidade de se obter quantitativos do projeto de forma rápida e confiável.

Figura 7 - Exemplo de quantitativo de concreto de lajes e pilares

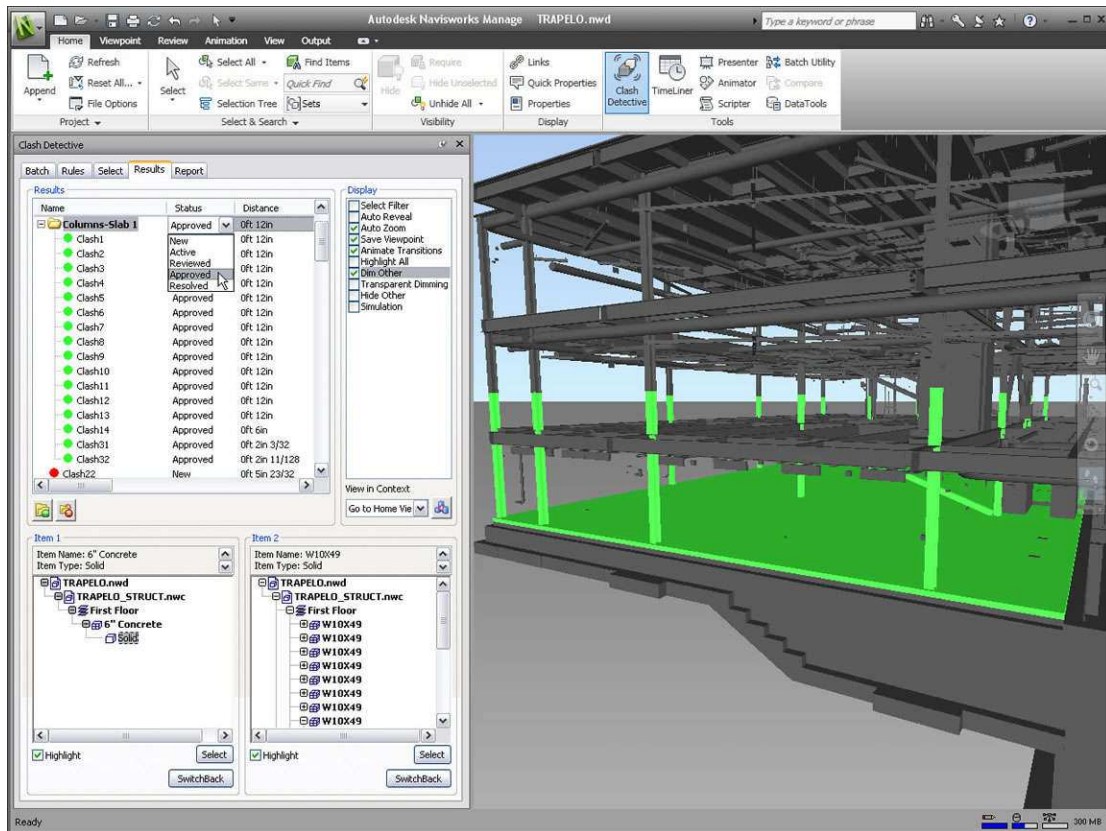
<Quantitativos - Pilares>						
A	B	C	D	E	F	G
Família	Tipo	Altura	Comprimento	Largura	Volume	Área de Fôrma
Pilar retangular	P1	2,280	0,500	0,250	3,71 m³	44,46 m²
P1: 13					3,71 m³	44,46 m²
Pilar retangular	P1c	0,490	0,500	0,250	0,86 m³	10,29 m²
P1c: 14					0,86 m³	10,29 m²
Pilar retangular	P2	2,280	0,500	0,250	3,71 m³	44,46 m²
P2: 13					3,71 m³	44,46 m²
Pilar retangular	P2c	0,490	0,500	0,250	0,86 m³	10,29 m²
P2c: 14					0,86 m³	10,29 m²
Pilar retangular	P3	2,280	0,500	0,250	3,71 m³	44,46 m²
P3: 13					3,71 m³	44,46 m²
Pilar retangular	P3c	0,490	0,500	0,250	0,86 m³	10,29 m²
<Quantitativos - Lajes>						
A	B	C	D	E	F	G
Família	Tipo	Área	Perímetro	Espessura	Volume	Área de Fôrma
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²
Floor	Laje - 11cm	459,81 m²	171,531	0,110	50,58 m³	478,68 m²

Fonte: Braga (2015)

Outra vantagem muito apontada para o uso de ferramentas BIM é a facilidade de se identificar conflitos entre as diferentes disciplinas de projeto. As ferramentas com tecnologia BIM são capazes de localizar e informar as interferências entre os projetos de forma automática. Esta função é inicialmente conhecida como “*clash detection*”. De acordo com a CBIC (2016), algumas soluções de ferramentas são capazes de classificar as interferências como leves, moderadas ou críticas. Além do “*clash detection*”, que seria as interferências físicas, há programas computacionais que também realizam o “*soft clash*”, que seria as interferências funcionais. Um exemplo de “*soft clash*”, explicitado pela CBIC (2016), seria o posicionamento de uma lâmpada entre um projetor e a parede na qual será projetada a imagem do projetor. Algumas ferramentas conseguiriam identificar essa condição e acusar a interferência funcional, pois a luz da lâmpada diminuiria a eficiência da

incidência da projeção do projetor sobre a parede. A Figura 8 mostra a identificação de interferências físicas por um programa computacional.

Figura 8 – Ferramenta identificando interferências no projeto modelado



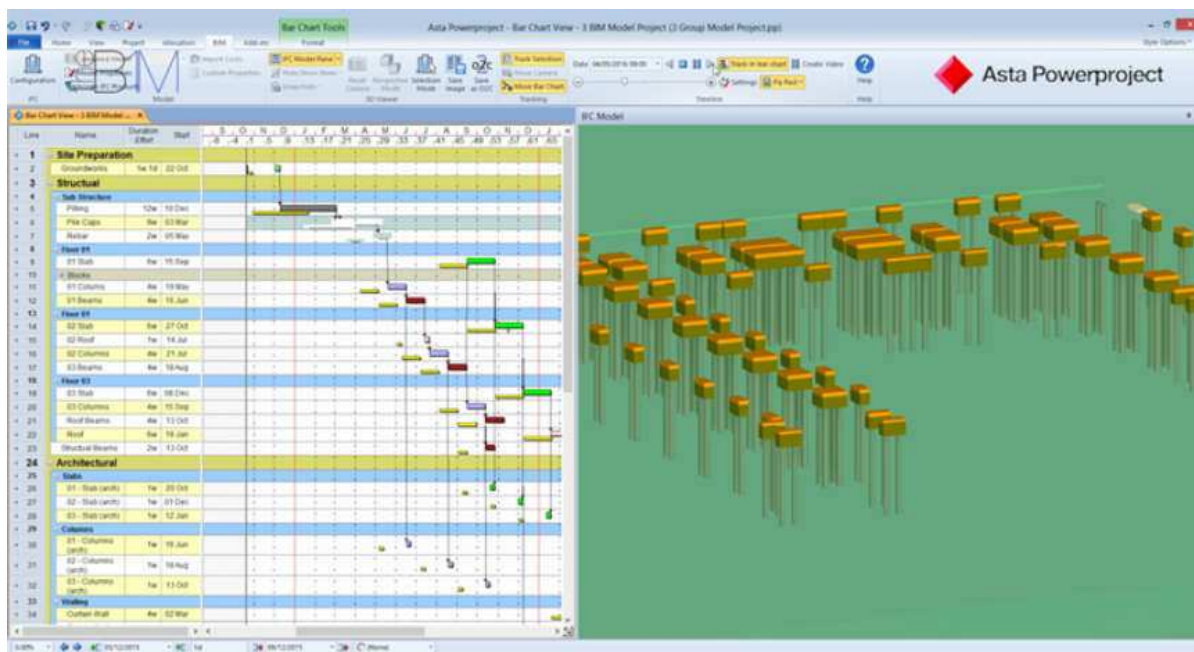
Fonte: Autodesk (2018)

Com a grande utilidade das ferramentas BIM, foi possível que a variável tempo fosse melhor estudada e acompanhada em projetos. Combinando a plataforma de informação com a preocupação do tempo, pode-se ter uma nova área dentro das utilidades do BIM: o planejamento de atividades. De acordo com Barbosa (2014) *apud* Capiotti (2015), através da funcionalidade do planejamento de atividades dentro de um modelo tridimensional BIM, surge o BIM 4D. Dessa forma, tem-se mais um benefício interessante da tecnologia BIM, que é o controle de prazos e atividades mais facilitado. Como pode ser percebido pela Figura 5 da pesquisa realizada pela empresa McGraw Construction Hill (2014), o Brasil é o país, entre os 10 estudados, que mais destacou o benefício do BIM 4D. No Brasil, 72% das empresas destacaram o uso de BIM no cronograma da obra como uma das três maiores vantagens na fase da pré-obra, sendo que somente 39% as empresas da França, que foi o segundo país que mais destacou este benefício, citaram esta vantagem.

Tradicionalmente, o planejamento com base em diagramas de rede ou em gráficos de *Gantt* não estão totalmente integrados com o projeto, nem com a configuração espacial que a obra planejada realmente apresenta, visto que o planejamento é feito de forma manual pelos profissionais responsáveis. Capiotti (2015) aponta que o planejamento manual pela forma tradicional, não raramente, diverge-se da configuração e das reais necessidades do projeto original. O planejamento pela forma tradicional tem um bom índice de confiabilidade quando é executado por profissionais que estão habituados com aquele tipo de projeto e com o modo que o mesmo será executado.

De acordo com Mills (2016), BIM 4D é o processo de adicionar o planejamento da obra juntamente com a plataforma BIM, o que possibilita a geração de um programa de informação preciso para o planejamento e visualização do passo a passo do desenvolvimento do projeto. Com o uso do BIM, todas as informações dentro da plataforma são compartilhadas com o planejamento. Sendo assim, as mudanças no projeto são percebidas automaticamente no cronograma e no planejamento. A Figura 9 apresenta a utilização do BIM juntamente com o planejamento e controle da obra.

Figura 9 - Planejamento de obra utilizando tecnologia BIM



Fonte: THE BIM (2016)

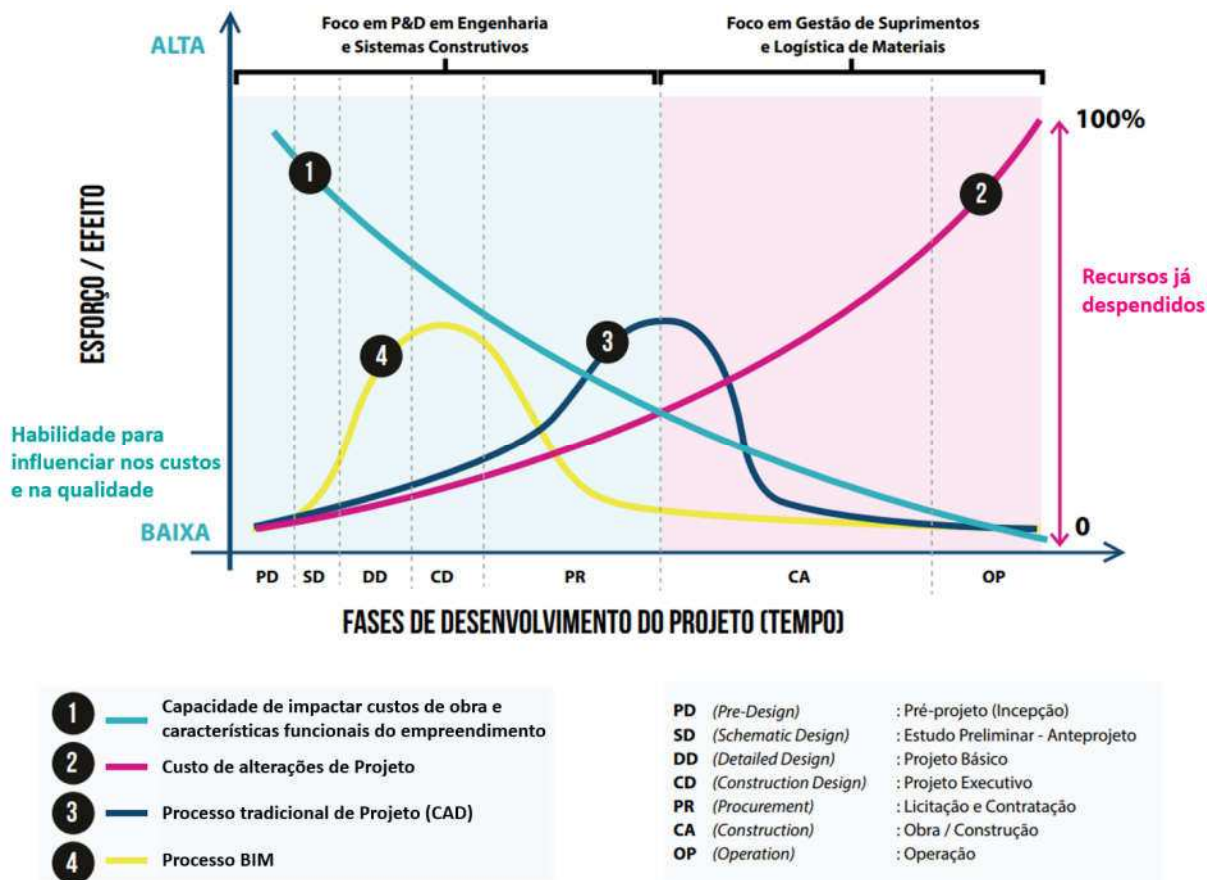
Caso tenha-se posse dos quantitativos e do planejamento da obra utilizando ferramentas BIM, é possível destacar uma outra grande vantagem do uso da tecnologia BIM: o controle de custos. Ao

se adicionar a variável custos dentro do modelo BIM 4D, tem-se a modelagem 5D, a qual está intimamente ligada ao quantitativo, ao modelo 3D e ao planejamento das atividades.

Segundo Azevedo (2009) *apud* Sakamori (2015), a modelagem 5D (modelagem + tempo + custos) tem como principal vantagem para os construtores o aumento da precisão durante a construção, com redução do desperdício de tempo e de materiais e também das alterações durante a execução das obras. De acordo com The BIM (2018), a partir de um banco de dados bem executado na programação do BIM 4D e com os valores base de contrato, é possível rastrear o custo previsto e comparar com o custo real gasto ao longo do curso do projeto, o que se torna uma ferramenta muito útil no processo de controle orçamental mensal.

Outro grande benefício que o BIM oferece, com um grande impacto nos custos, é a capacidade de enxergar erros e propor mudanças antes da fase da obra. Com as ferramentas úteis e integradas que o BIM se dispõe, o acesso à informação é extremamente facilitado e a visualização é feita de forma mais clara e confiável. Desta forma, mudanças de projeto podem ser realizadas antes do início da obra, seja qual for o motivo. Mudanças no projeto gera bem menos gastos na fase da pré-obra do que na fase da obra, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 - Comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM



Fonte: CBIC (2016)

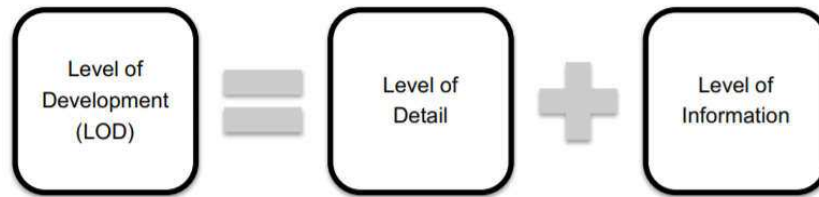
3.3 LOD – Nível de Desenvolvimento do Modelo

A abreviação LOD antes referia-se ao termo *Level of Detail*, traduzido como Nível de Detalhe. Recentemente, com o avanço da tecnologia BIM, de seu uso e de sua abrangência, este termo refere-se a *Level of Development*, traduzido como Nível de Desenvolvimento. Segundo o BIMForum (2017), há diferenças importantes entre os dois termos. *Level of detail* é essencialmente o quanto de detalhe está incluso em um elemento do modelo. *Level of development*, por sua vez, refere-se ao grau de conhecimento sobre a geometria do elemento e informações agregadas que foi elaborado durante o processo de modelagem. De forma geral, portanto, *Level of Detail* pode ser entendido com finalidade de informações de entrada, enquanto *Level of Development* pode ser entendido com finalidade de informações de saída confiáveis.

Alguns autores, como Oliveira (2016), gostam de diferenciar os conceitos de *Level of Development* e *Level of Detail* com uma equação, dizendo que o nível de desenvolvimento pode ser descrito

como o nível de detalhe inserido no início da elaboração do modelo somando ao nível de informação adicionado durante o processo de modelagem (Figura 11).

Figura 11 - Relação entre os Níveis de Desenvolvimento, Detalhe e Informação



Fonte: Oliveira (2016)

O nível de desenvolvimento é definido de acordo com o grau de informação e detalhe que um elemento é capaz de oferecer para consulta. O nível de desenvolvimento de um elemento vai ser escolhido com base na necessidade do projeto e da fase do projeto. Não é necessário fazer um elemento totalmente detalhado na fase de concepção; tão pouco é útil e confiável trabalhar com base em um projeto elementos com pouco nível de desenvolvimento na fase de construção.

De acordo com Oliveira (2015), é importante ressaltar que não há um modelo de um projeto com um determinado nível de desenvolvimento, visto que em um mesmo modelo haverá elementos e montagens com diferentes níveis de desenvolvimento. Por conta deste fato, o BIMForum, uma organização dos Estados Unidos cujo foco é a exploração da tecnologia e a garantia da inovação e aperfeiçoamento através do BIM, desenvolveu um guia de referência chamado *Level of Development Specification*. Este guia define os níveis de desenvolvimento de diferentes tipos de elementos que pode haver em uma modelagem, classificando-os em 100, 200, 300, 350 ou 400. Abordam também o nível 500, sendo o nível referente ao que existe em campo do objeto construído, ou seja, o “as-built”.

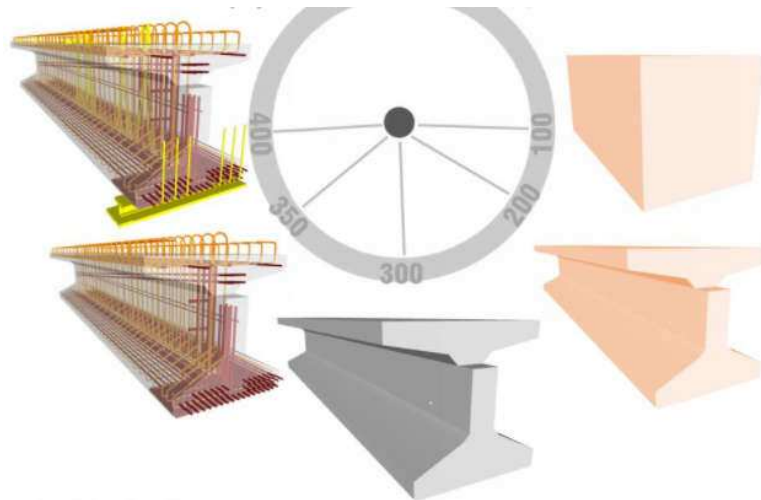
Classificações existem para definir o nível de desenvolvimento dos elementos, sendo que diferentes instituição e organizações podem se diferenciar na elaboração desta definição. Como exemplo, o Quadro 2 mostra a definição dos níveis de desenvolvimento de 100 a 500, conforme apresentou AIA (2013) *apud* Oliveira (2016). A Figura 12 ilustra os diferentes níveis de desenvolvimento pela definição do BIMForum (2017).

Quadro 2 - Definição dos Níveis de Desenvolvimento

Nível	Definição
LOD100	O Elemento pode estar representado graficamente no Modelo através de um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos que o tornam num LOD200. A informação relacionada com o Elemento (Custo por m², Quantificação de HVAC, etc.) podem ser obtidas através de outros Elementos do Modelo.
LOD200	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem genérico com quantidades, dimensão, forma, localização e orientação aproximadas. Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD300	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, forma, localização e orientação. Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD400	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, forma, localização, e orientação com informação sobre pormenorização, fabricação, assemblagem e instalação. Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD500	O Elemento modelado é uma representação verificada no terreno em termos de dimensão, forma, localização, quantidade e orientação. Informação não-gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.

Fonte: Extraído de Oliveira (2016)

Figura 12 - Ilustração dos níveis de desenvolvimento de acordo com o BIMForum



Fonte: BIMForum (2016)

3.4 Dificuldades de Implementação da Tecnologia BIM

Conforme explica Eadie *et al.* (2013) *apud* Coelho (2017), a não aplicação da plataforma BIM nos projetos tem como principais motivos os pontos a seguir:

- Falta de conhecimento e experiência entre os agentes do empreendimento e das partes envolvidas;
- Falta de conhecimento por parte do cliente sobre os pontos positivos da modelagem da informação;
- Resistência cultural;
- Custos de investimento;
- Não visualização de benefícios imediatos;
- Aspectos legais no que diz respeito aos direitos autorais.

Maciel (2014), a partir de uma pesquisa feita com diversos escritórios de arquitetura e engenharia em Aracaju (Sergipe), afirma que o “alto custo de implantação, com a aquisição de máquinas mais potentes e com o treinamento dos profissionais ainda é um fator que distancia as empresas de construção civil desta tecnologia”. Feitosa (2016) afirma que o maior desafio para se implantar uma nova tecnologia é alterar a forma como os engenheiros mais experientes adotam novas práticas. Os engenheiros mais experientes adquiriram métodos próprios e estão familiarizados com as ferramentas e os procedimentos que já realizaram até então.

Segundo Eastman *et al.* (2011) *apud* Feitosa (2016), há o desafio nessa transição CAD-BIM em unir a experiência desses profissionais com as novas capacidades que o BIM oferece. Tem-se algumas maneiras de solucionar esse desafio:

- Unir os jovens que tenham conhecimento da tecnologia BIM com profissionais experientes para integrar a nova metodologia;
- Visitar empresas que tiveram sucesso na transição para o BIM, bem como participar de eventos tais como seminários, congressos etc.;
- Executar treinamentos individuais toda semana ou em cronograma similar e;
- Organizar treinamentos, em ambientes fora da empresa, para as equipes de design, possibilitando uma experiência descontraída.

3.5 BIM e a Compatibilização de Projetos

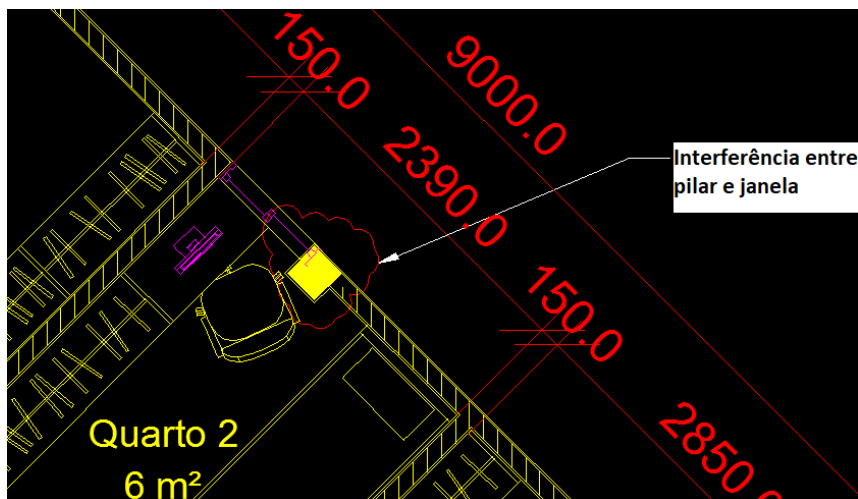
A compatibilização de projetos, conforme aborda Menegatti (2015), é uma etapa de gerenciamento através da integração das especialidades de um projeto cuja função é verificar as possíveis interferências entre os vários sistemas existentes e identificar situações que sejam necessárias adequações para o perfeito ajuste entre as especialidades envolvidas. Com isso, obtém-se uma facilitação da execução ao se precaver de erros e minimizar conflitos e retrabalho durante a execução da obra.

A etapa de compatibilização de projetos em processos tradicionais de execução de um empreendimento é muito importante devido à grande chance de se encontrar significativas interferências entre as especialidades dos projetos. De acordo com Nascimento (2015), em um processo tradicional o arquiteto desenvolve o projeto arquitetônico e, a partir dele, o engenheiro calculista lança e calcula a estrutura. Depois, os engenheiros de instalações hidráulica, elétrica, telecomunicações, entre outros, elaboram os projetos de suas especialidades. Contudo, cada um realiza conforme a sua percepção, não havendo troca de informações necessárias entre os envolvidos, criando dificuldade de comunicação. Por este motivo, surgem as incompatibilidades entre projetos, que não são raras em empreendimentos de engenharia civil.

Conforme apresentado na Figura 10, os custos de mudanças de projeto na fase da obra são maiores que na fase da pré-obra. Sendo assim, conclui-se que as interferências encontradas somente na fase da obra representam custos adicionais não previstos no momento da contratação. Esse aumento de custo pode ser sentido pela construtora contratada, geralmente nos contratos privados, ou pela esfera pública, como nos contratos públicos, através das emissões de aditivos de obras.

No método convencional de um novo empreendimento, conforme explicam Tonissi e Goes (2011), os profissionais da área da construção compatibilizam os projetos através de suas experiências em leituras de folhas bidimensionais sobrepostas, ou de camadas (*layers*) sobrepostas dentro de um programa que trabalha em 2D. A Figura 13 mostra a identificação de interferências pelo método convencional. Este método, contudo, apresenta limitações significativas que comprometem a eficiência e a qualidade da tarefa de identificação das incompatibilidades.

Figura 13 - Interferência entre projeto estrutural e arquitetônico



Fonte: Adaptado de TECNOLOGIA (2011)

Ainda de acordo com Tonissi e Goes (2011), projetos em 2D não apresentam informações suficientes para traduzir completamente uma edificação tridimensional. Há informações e detalhes que não estão explícitos nas plantas ou nos cortes, dificultando a visualização completa do projeto. Essa situação facilita com que os profissionais responsáveis por esta tarefa cometam erros. Outro problema que também pode estar ligado intimamente com a falta de informações ou detalhes é a dificuldade em interpretar os desenhos. Na representação de uma edificação em 2D alguns detalhes e formas simplesmente são difíceis de serem representados de forma clara e objetiva. Sendo assim, a interpretação dos projetos apresenta mais uma limitação que é a dependência da experiência do profissional que está realizando a leitura dos projetos. Por fim, outra limitação que pode ser citada é o alto consumo de tempo para se realizar a atividade de compatibilização entre os projetos, visto que trabalhar em plantas bidimensionais exige muito mais atenção justamente pela dificuldade de visualização.

A plataforma BIM possibilita que todos os projetos sejam integrados virtualmente de forma inteligente e com informação, o que possibilita posteriormente que os projetos sejam verificados a fim de conferir interferências, etapa conhecida como *clash detection*. O termo *clash detection* pode ser traduzido como identificação de interferências. Em uma situação ideal, os projetos podem ser executados em um modelo virtual compartilhado entre as diferentes disciplinas de tal forma que uma disciplina pode enxergar e acompanhar o desenvolvimento do projeto de outra. Isso possibilita que os projetos, ao serem finalizados, estejam totalmente livres de interferência, de modo que se a verificação de interferências fosse realizada, nenhum problema seria encontrado. Esse modo de

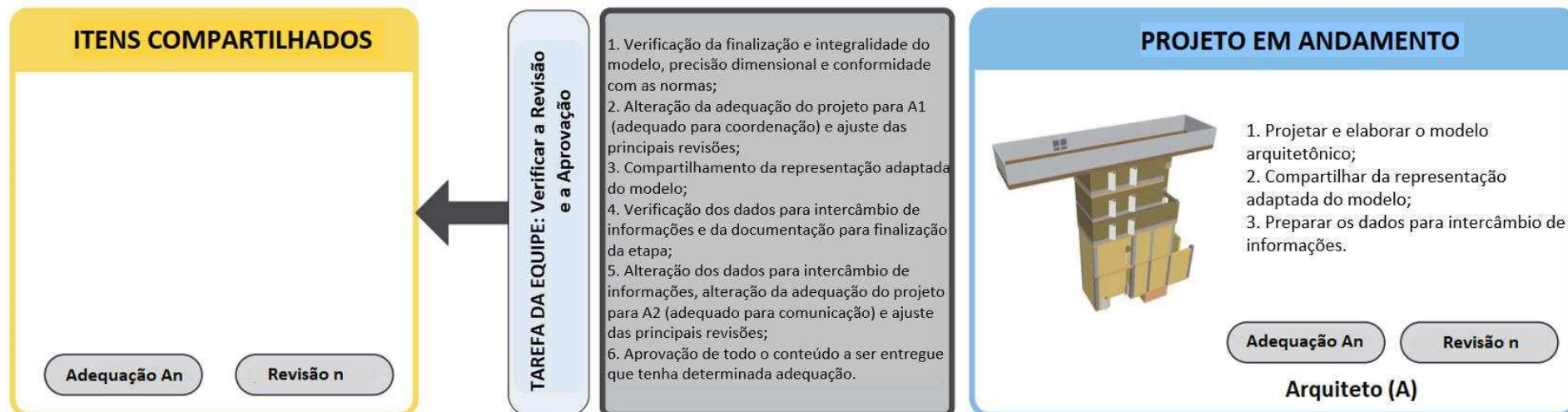
execução de projetos com o uso de BIM segue o princípio de *clash avoidance*, termo proposto pelo documento BSI PAS 1192-2 (2013), que pode ser traduzido como prevenção de interferências e tem o objetivo de ocorrer nenhuma interferência ao se finalizar os projetos.

As Figuras 14, 15, 16 e 17, apresentam um processo que os projetistas podem seguir para se atingir o *clash avoidance* antes de entregar os projetos finais para o cliente. Este processo tem como característica a ótima colaboração e comunicação entre os projetistas das diferentes disciplinas. A Figura 14 mostra o ponto de partida do processo. Começa pelo arquiteto projetando e modelando a edificação. Após modelar, o arquiteto deve representar o seu modelo nativo ou original projetado em um formato de arquivo comum que será usado por todos os projetistas. Esse formato deve ser definido pelos profissionais no início do processo e serve tanto para se atingir o *clash avoidance* ou executar o *clash detection*. Essa adaptação do modelo nativo ou original a um formato de arquivo que é comum a todos os profissionais do processo chama-se *clash rendition* (PAS 1192-2, 2013). Além disso, deve-se preparar os dados para o intercâmbio de informações. Por fim, todos os documentos, arquivos e dados devem ser entregues ao próximo profissional.

A Figura 15 aborda a etapa após o modelo arquitetônico. Neste ponto, o arquiteto já compartilhou as informações pertinentes ao projeto arquitetônico com o projetista estrutural, isto é, o modelo nativo e a representação adaptada, as informações importantes e a documentação. Em posse destes dados de entrada, o projetista da estrutura elabora o projeto estrutural e o modelo estrutural. Em seguida, faz a adaptação de seu modelo nativo e compara com a adaptação do modelo arquitetônico. Logo após, modifica o projeto estrutural caso interferências aconteçam e, então, repete os passos anteriores até que não haja mais interferências. Adiante, o projetista prepara os dados para o intercâmbio de informações. Por fim, prepara os documentos que devem ser entregues para o próximo profissional.

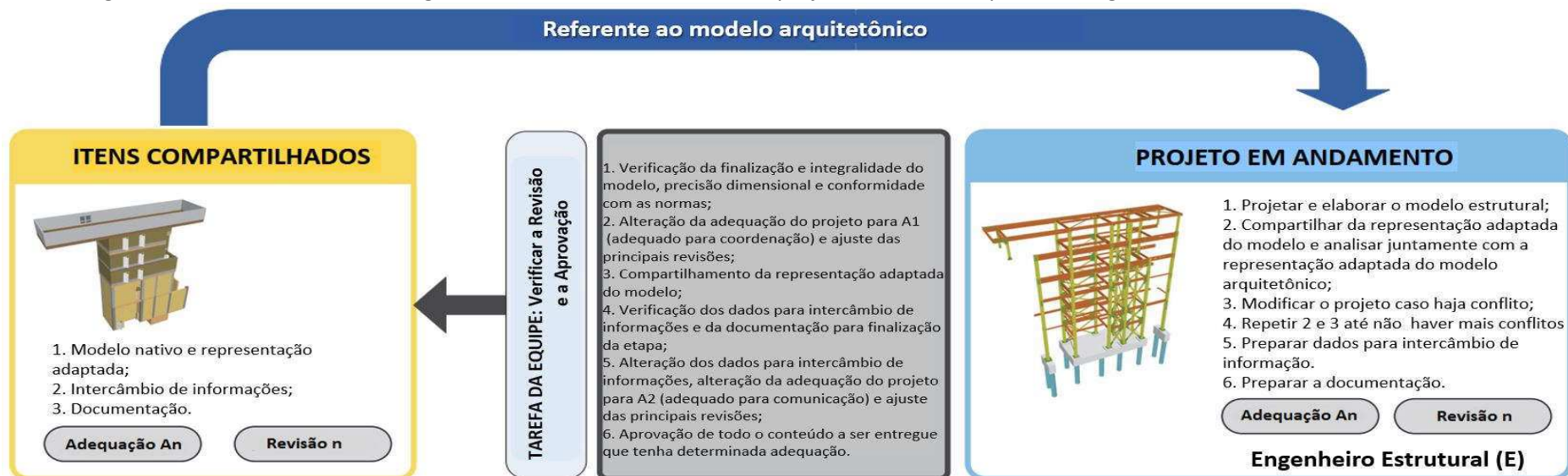
A Figura 16 apresenta procedimentos similares aos mostrados na Figura 14, apresentando o caminho a ser seguido pelos projetistas dos sistemas hidrossanitários, captação pluviais, elétricos, de ventilação e de ar condicionado. O ciclo dos procedimentos entre estes projetistas deve ser o mesmo ao apresentado até então. Ao final, os modelos aqui criados e suas adaptações ao formato de arquivo pré-definido são agora enviados ao coordenador de projetos, conforme apresenta a Figura 17. Caso os procedimentos tiverem sido seguidos corretamente por todas as partes, ao se executar verificações de conflitos, nenhuma interferência deve ser encontrada.

Figura 14 - Procedimentos dos arquitetos em projeto colaborativo para se atingir o *clash avoidance*



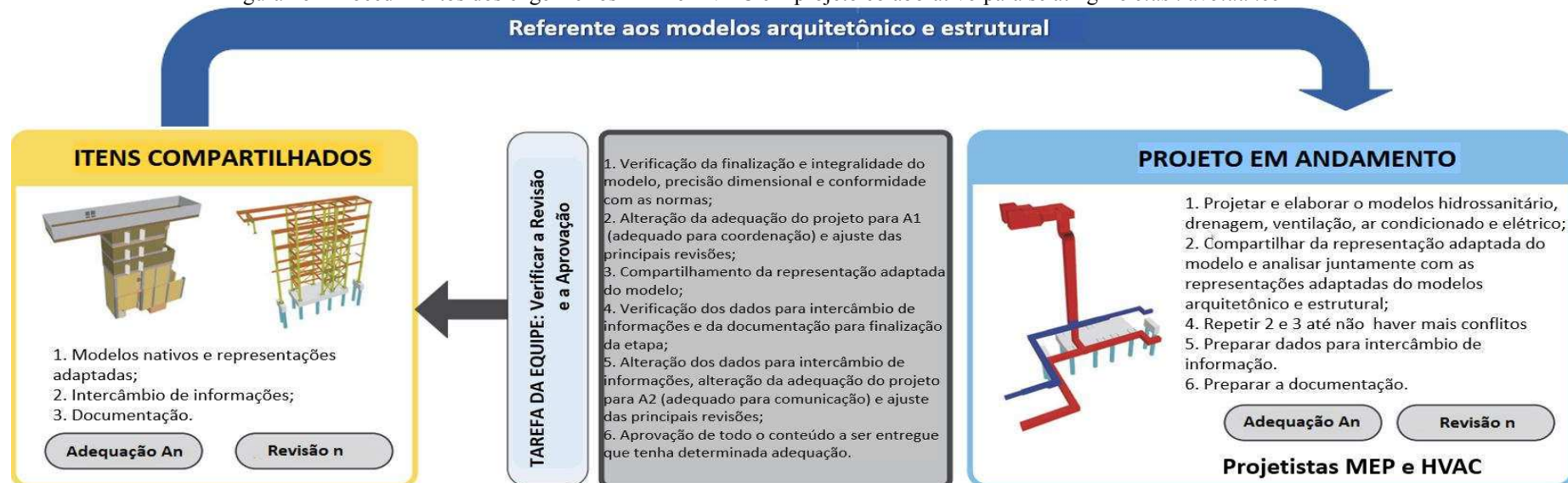
Fonte: Adaptado de Mervyn Richards em BSI PAS 1192-2 (2013)

Figura 15 - Procedimentos dos engenheiros de cálculo estrutural em projeto colaborativo para se atingir o *clash avoidance*



Fonte: Adaptado de Mervyn Richards em BSI PAS 1192-2 (2013)

Figura 16 - Procedimentos dos engenheiros MEP e HVAC em projeto colaborativo para se atingir o *clash avoidance*



Fonte: Adaptado de Mervyn Richards em BSI PAS 1192-2 (2013)

Figura 17 - Procedimentos dos coordenadores de projetos ao final do ciclo de procedimentos em projeto colaborativo para se atingir o *clash avoidance*



Fonte: Adaptado de Mervyn Richards em BSI PAS 1192-2 (2013)

Contudo, como se pode perceber pela complexidade do procedimento, garantir o *clash avoidance* é extremamente difícil. Exige-se que todos os projetistas envolvidos executem todos os procedimentos estabelecidos, comuniquem-se entre si de forma eficiente e proponham soluções em caso de conflitos que apareçam durante o processo. Além de também exigir que os envolvidos tenham um conhecimento e domínio significativo em ferramentas e funcionalidades BIM de colaboração de projetos. Por isso, é mais comum, nos casos em que se tem o uso do BIM, cada projetista executar seu projeto e, posteriormente, entregar ao responsável previamente definido ou o coordenador de projetos que realizará a verificação de conflitos através de ferramentas BIM de *clash detection*.

Posteriormente, após o início da verificação de conflitos, reuniões são agendadas entre o coordenador de projetos e os projetistas das disciplinas que foram encontrados conflitos. Segundo Akponeware e Adamu (2017), a importância que essas reuniões de solução de conflitos têm na coordenação de projetos indica que o *clash avoidance* não é praticado ou talvez nem é atualmente viável. O Quadro 3 apresenta as diferenças e similaridades entre *clash detection* e *clash avoidance*.

A detecção de conflitos com o uso do BIM após os profissionais terem projetado, mesmo que se configure um processo inferior ao *clash avoidance*, ainda é muito superior aos métodos convencionais de compatibilização de projetos através de projetos em 2D. A detecção automática das interferências após a elaboração dos projetos ainda garante uma situação mais favorável de tomadas de decisões para resolver os problemas antes do início da obra. Além disso, a plataforma BIM oferece informações variadas e confiáveis sobre todo o projeto, de forma rápida e integrada, o que facilita na tomada de decisão sobre o melhor caminho da adoção de mudanças. Uma vez adotadas as mudanças, todos os envolvidos podem ter acesso facilitado a elas, conforme foi explicitado sobre as características da tecnologia BIM em momentos anteriores. Por consequência, o trabalho do coordenador de obras e do coordenador de projetos é facilitado e o empreendimento pode ser executado com eficiência e eficácia, evitando atrasos no prazo e aumento dos custos.

Quadro 3 - Semelhanças e diferenças entre *clash detection* e *clash avoidance*

<i>Clash Detection</i>	<i>Clash Avoidance</i>
Diferenças chaves	
É um processo reativo (após o problema) e busca por conflitos e coordenação após as decisões de projeto terem sido tomadas.	É um processo proativo e assegura que as decisões de projeto e os resultados são concordados para se ter um projeto conjunto e colaborativo.
Principalmente uma atividade de pré-obra.	Acontece em todas as fases do projeto.
O foco é nas ferramentas de detecção de conflitos (<i>clash detection</i>).	O foco extrapola as ferramentas. A ênfase se dá na natureza da colaboração entre os profissionais das diferentes disciplinas
Exige um nível básico de competências de coordenação de projetos.	Exige um nível mais rigoroso em competências de gerenciamento e coordenação de projetos.
Não exige um compartilhamento de senso de percepção situacional	Exige um compartilhamento de senso de percepção situacional e o quanto o projeto de cada um afeta os demais.
Pode ser realizado por um profissional experiente ou não. Um domínio mais aprofundado em um programa de detecção de conflitos por uma pessoa inexperiente é o suficiente.	Exige projetistas mais experientes com uma compreensão mais abrangente do processo de elaboração e execução de projeto.
Semelhanças chaves	
O principal objetivo é obter modelos livres de conflitos e interferências.	O objetivo é similar.
Identifica e corrige problemas durante a fase de pré-obra, que poderiam resultar em atrasos e aumento dos custos durante a fase de obra.	Em vários aspectos, é similar.
Objetiva aprimorar a qualidade dos projetos	Similar.

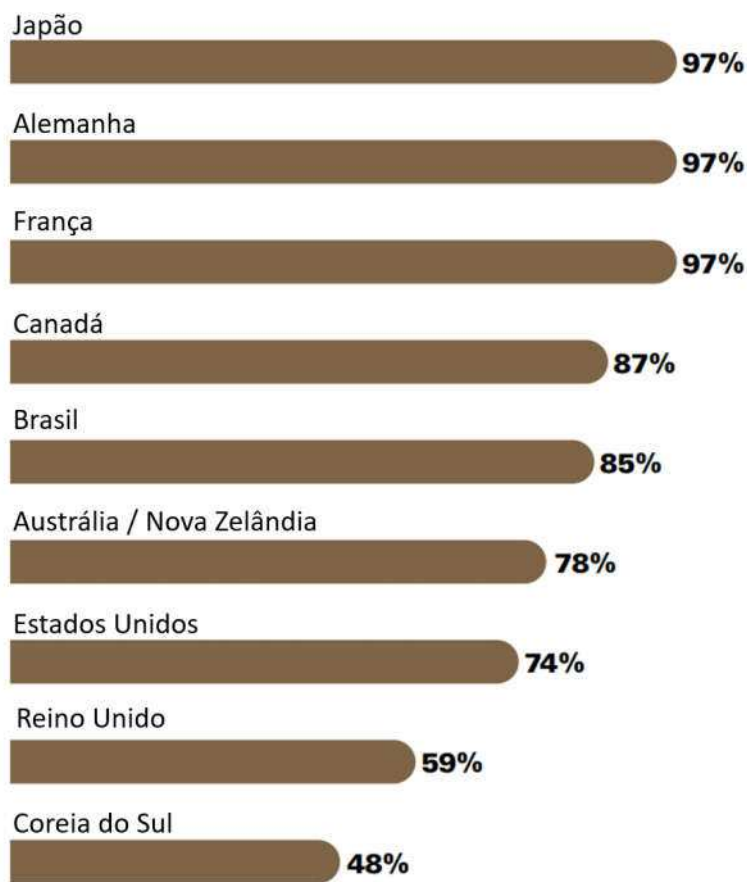
Fonte: Adaptado de Akponeware e Adamu (2017)

3.6 O uso da tecnologia BIM em obras públicas

O uso de BIM vem crescendo de forma intensa mundialmente, tanto pelas iniciativas privadas quanto pelas iniciativas governamentais, devido ao desejo das partes de se beneficiarem das vantagens que a tecnologia pode oferecer. Construtores que utilizam ferramentas BIM em novos

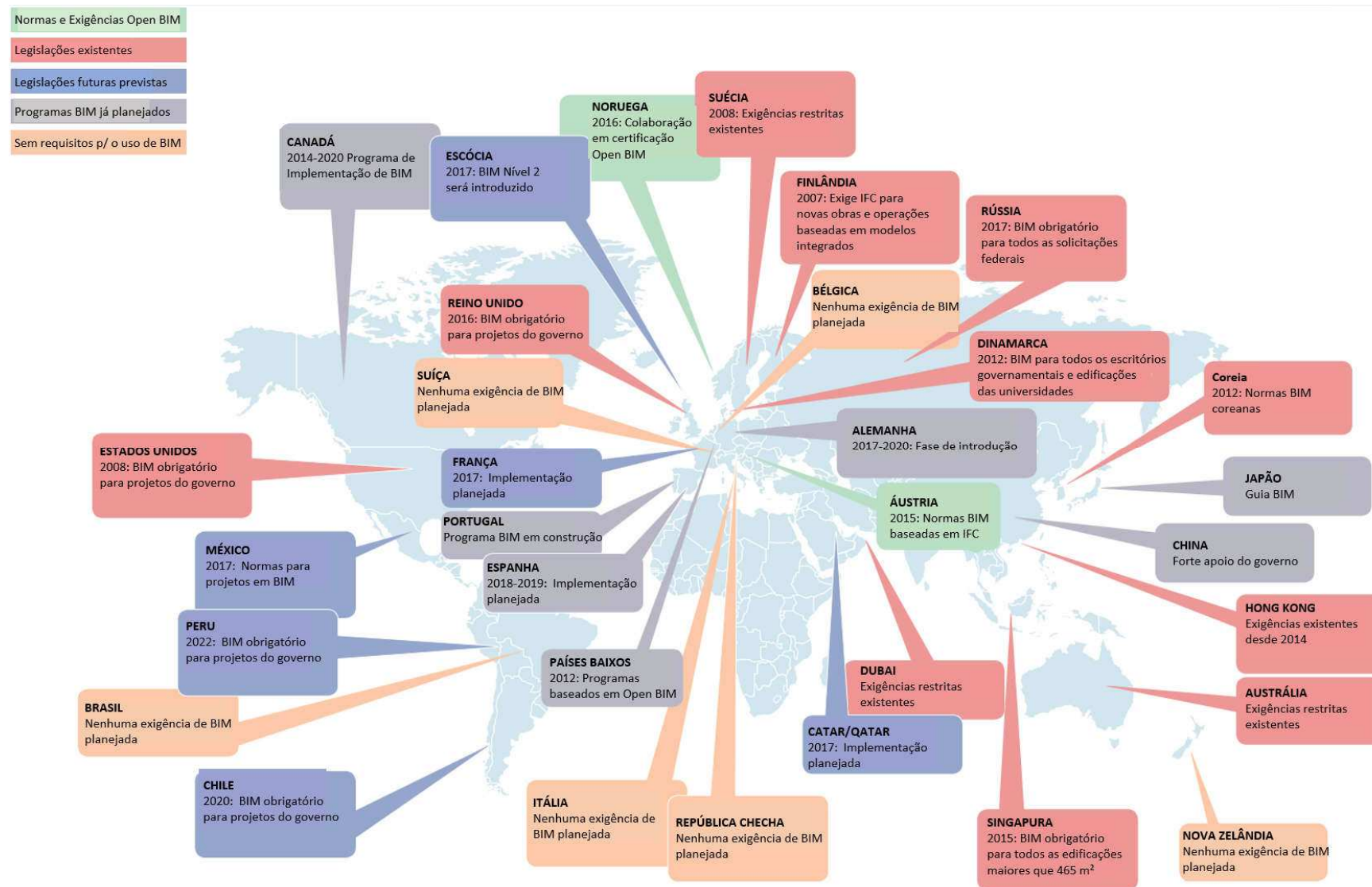
projetos e empreendimentos em diferentes países reportam um retorno sobre investimento (ROI) positivo, conforme apresenta a Figura 18, o que confirma a garantia dos benefícios. Quanto maior for o engajamento na elaboração e implementação de processos BIM, maior é o retorno positivo em futuros projetos. Sendo assim, governos de diversos países estão se preparando para criar legislações que regulamentem o uso de BIM. Alguns países fizeram essa preparação e estão seguindo seus cronogramas para implementação de normas e diretrizes do uso de BIM. Alguns outros implementaram normas, legislações e diretrizes do uso de BIM. A Figura 19 apresenta uma visão geral da existência ou preparação de legislações para processos BIM no cenário global.

Figura 18 - Construtores reportando retornos sobre investimento positivos após a utilização de BIM



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction (2014)

Figura 19 - Visão geral sobre a adoção BIM no cenário global



Fonte: Adaptado de McAuley, B.; Hore, A.; West, R. (2017)

Como pode-se perceber pela Figura 19, o Brasil não possui leis ou decretos que condicionam o uso de BIM. Entretanto, em 2016 foi proposto o Projeto de Lei PL 6619/2016, o qual dá nova redação ao § 1º do artigo 7º da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993. A Lei 8.666 institui normas para licitações e contratos da Administração Pública. Desta forma, o Projeto de Lei PL 6619/2016 propõe o estabelecimento da obrigatoriedade do sistema de modelagem da informação da construção (BIM) na confecção de projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública, através da alteração da redação do § 1º do artigo 7º da Lei 8.666 (BRASÍLIA, 2016).

Em 2017, o governo validou o Decreto de 05 de Junho de 2017, o qual instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* – CE-BIM, de caráter temporário, cuja finalidade era elaborar uma proposta para a criação da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*-BIM para o Governo Federal. Este decreto foi revogado pelo Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018, o qual instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* no Brasil – Estratégia BIM BR, o qual foi elaborado pelo CE-BIM. A finalidade da Estratégia BIM BR é promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Também foi estipulado o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR – CG-BIM, o qual deverá implementar a Estratégia BIM BR e gerenciar suas ações. Além disso, também foram estipuladas as atribuições do CB-BIM e os objetivos específicos da Estratégia BIM BR. Os objetivos específicos do decreto são:

- difundir o BIM e seus benefícios;
- coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- estimular a capacitação em BIM;
- propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM. (DECRETO 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018).

O projeto de lei e o decreto apresentados apresentam esforços que objetivam a criação de legislações que regulamentem a obrigatoriedade do uso de BIM em contratações públicas de obras e serviços de engenharia. Enquanto não se tem legislações em escala nacional, a adoção do BIM na esfera pública vem acontecendo de forma lenta e pontual. Um exemplo pontual apontado por Kassem e Amorim (2015), é a Engenharia do Exército, que começou a se especializar e aprimorar na temática BIM a partir de 2006 por necessidade. A Diretoria de Obras Militares estava encontrando diversas dificuldades, entre elas acompanhar novas construções, manter 75.787 benfeitorias, gerir 1.794 imóveis, responder por 13.750 solicitações de obras e permitir compatibilidade entre o planejamento estratégico e a variabilidade da gestão pública (governo). A adoção de ferramentas e processos BIM ajudou o Exército a melhorar sua gestão e vai sendo implantada gradualmente em mais de seus departamentos.

Outro exemplo de desenvolvimento do uso de BIM na esfera pública a ser citado é a iniciativa dos estados de Santa Catarina e Paraná. Segundo Pessato (2014), em 21 de outubro de 2014, a Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina firmou um acordo de cooperação técnica com a Secretaria de Infraestrutura e Logística do Paraná, cujo obtivo é a implementação da tecnologia BIM nos estados. Nesta situação, foi apresentado o planejamento e implantação da tecnologia na contratação de projetos de obras públicas de Santa Catarina. A partir desta iniciativa, foi elaborado, pelo governo de Santa Catarina, o Caderno de apresentações de projetos em BIM. O documento aborda os procedimentos a serem utilizados pelos prestadores de serviços ao estado de Santa Catarina para a apresentação de projetos em BIM, bem como demais documentações pertinentes aos projetos elaborados e contratados pelo estado.

Ainda, pode-se destacar a iniciativa da implementação da tecnologia BIM pelo Departamento de Estradas e Rodagem do estado do Paraná – DER/PR, conforme apresenta o Portal BIM Paraná, formado por membros do Departamento de Gestão de Projetos e Obras do Paraná, do Grupo de Trabalho BIM do DER/PR e do Grupo de Trabalho BIM da PRED/PR. A iniciativa foi nomeada Plano de Implantação BIM DER/PR e tem, entre seus objetivos, implantar a metodologia BIM no DER/PR, adequar e estruturar os setores para a implantação, planejar e implementar novos projetos e melhorar a qualidade dos projetos finais de engenharia e das obras. Segundo o Portal BIM Paraná (2018), para a implementação do plano, o estado do Paraná previu os seguintes investimentos para o ano de 2016:

- R\$ 120 mil para a aquisição de equipamentos;
- R\$ 200 mil para a aquisição de *softwares*; e
- R\$ 100 mil para despesas administrativas;

Outrossim, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), no início de 2011, disponibilizou gratuitamente para *download* uma biblioteca de componentes BIM para projetistas do programa Minha Casa, Minha Vida. A iniciativa objetivava facilitar o uso de BIM nos projetos públicos relativos ao programa Minha Casa, Minha Vida. Contudo, após um ano e meio da divulgação, os arquivos haviam sido pouco utilizados (CICHINELLI, 2012).

Há também outras iniciativas que não foram apresentadas que estão relacionadas com a esfera pública. Entretanto, percebe-se o desfalque do incentivo e da regulamentação do uso de BIM em obras públicas no âmbito nacional. O país está em falta de legislações que regulamentem processos com BIM no governo federal e, como consequência, o país não está tirando proveito de ferramentas eficientes que podem aumentar a produtividade dos projetos e facilitar o processo de fiscalização das obras públicas.

Matos (2016), após analisar dados de auditorias do Tribunal de Contas da União (TCU), verificou que, entre as irregularidades encontradas nas auditorias, o superfaturamento, o projeto básico/executivo deficiente, a fiscalização deficiente ou omissa e a existência de atrasos injustificáveis nas obras e serviços podem ser atenuadas através das vantagens que o uso de BIM oferece, já apresentadas anteriormente. De acordo com sua análise, essas irregularidades representam 50% de todas as irregularidades apresentadas em obras públicas e são detectadas em 40% das auditorias do período de estudo analisado. Normatizar o uso de BIM para as obras públicas facilitará a fiscalização das obras e dificultará ocorrências de superfaturamento, atrasos e projetos deficientes.

4 METODOLOGIA

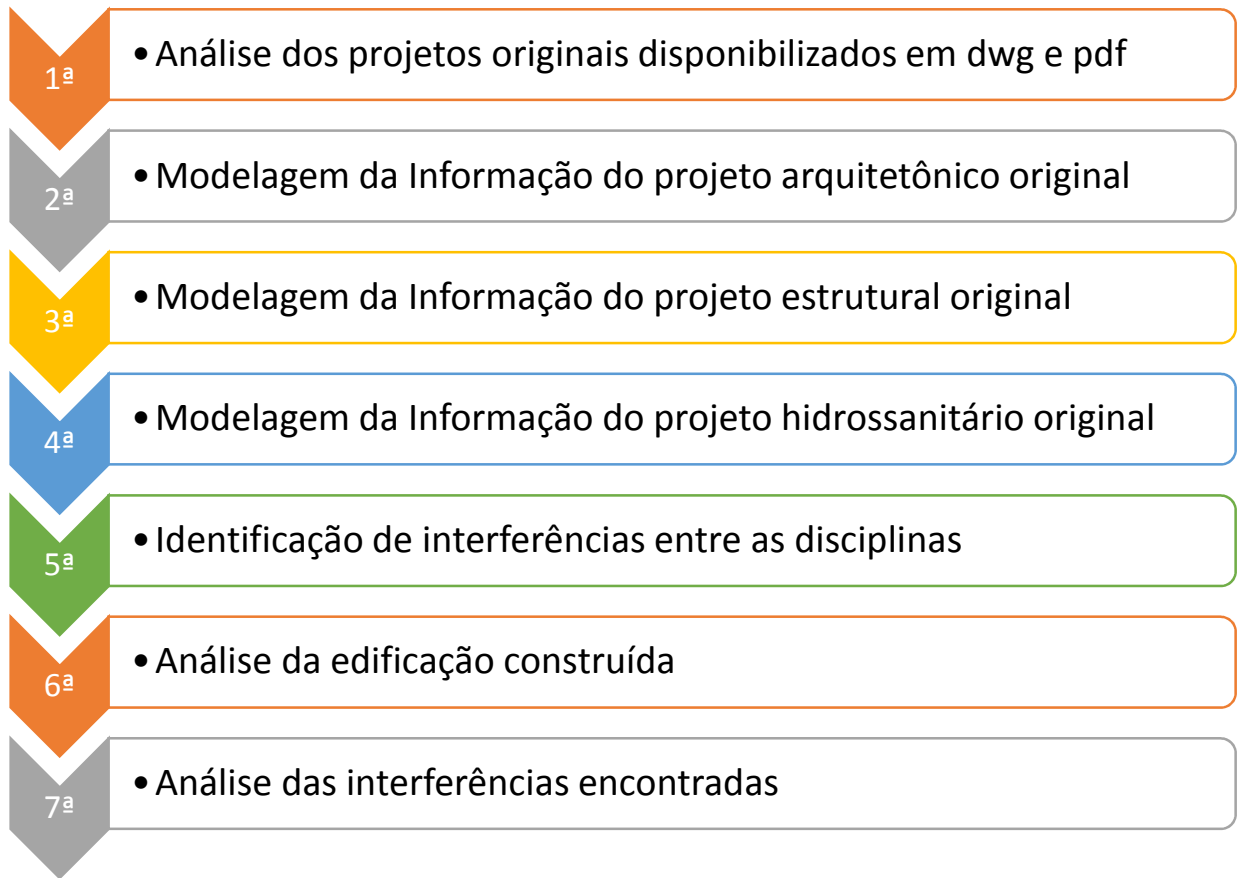
A presente metodologia foi planejada para elaborar modelos da informação da construção do bloco 5BSM (Centro Esportivo) construído, do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e verificar as interferências entre os projetos originais. Para se executar a modelagem da informação da construção do bloco 5BSM, obteve-se, primeiramente, os projetos originais que estão disponibilizados no site da Universidade Federal de Uberlândia, na seção destinada à divulgação dos processos licitatórios.

Posteriormente, estudou-se as plantas originais para se obter maior entendimento da edificação antes do início da modelagem dos projetos. Em seguida, foi executada a modelagem paramétrica dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário através da ferramenta Revit, da AutoDesk. A extensão dos arquivos modelados em Revit é .rvt. Os modelos dos projetos apresentam nível de desenvolvimento 200 a 300, conforme Quadro 2. Foram respeitadas as quantidades, dimensões, formas, localização e orientação dos elementos modelados. O projeto de drenagem do campo de futebol society não foi executado.

Após a finalização dos projetos modelados, iniciou-se a identificação das interferências entre os mesmos. Para essa etapa, utilizou-se a ferramenta Navisworks, também da AutoDesk. A extensão do arquivo gerado pelo Navisworks é .nwd. Através desta ferramenta, os modelos foram integrados e a varredura de interferências foi executada. Antes do início da análise das interferências, foram realizadas visitas no bloco 5BSM para auxiliar na compreensão dos conflitos identificados pela ferramenta BIM e tentar identificar as soluções adotadas durante a execução da obra.

Por fim, elaborou-se uma análise de todas as interferências encontradas, além de apresentar as divergências entre os projetos originais e o resultado final do bloco construído. As etapas executadas para a elaboração desta pesquisa são ilustradas pela Figura 20.

Figura 20 - Etapas de execução do trabalho



Fonte: Autor (2018)

5 ESTUDO DE CASO: BLOCO 5BSM

O estudo de caso desta pesquisa é o bloco 5BSM do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, o qual foi modelado em BIM. O bloco constitui o Centro Esportivo Universitário do campus, foi inaugurado no dia 29 de março de 2016 e demandou um investimento de aproximadamente R\$ 3 milhões ao longo de quatro anos (UFU, 2016). A total execução do empreendimento demandou de um tempo considerável, porém isso pode ser justificado por problemas com o contratante vencedor da licitação.

Em dezembro de 2011, a Universidade Federal de Uberlândia abriu um processo de licitação para a construção do Centro Esportivo Universitário. A empresa que ganhou a licitação iniciou a obra; contudo, no meio da execução a obra foi abandonada pela mesma, o que acarretou em atrasos na conclusão do empreendimento. Em novembro de 2014, foi aberto um novo processo licitatório para a conclusão do bloco, o qual foi finalizado em março de 2016, conforme já informado. A Figura 21 a seguir apresenta a localização do bloco.

Figura 21 - Visão superior do bloco 5BSM através do aplicativo Google Earth Pro

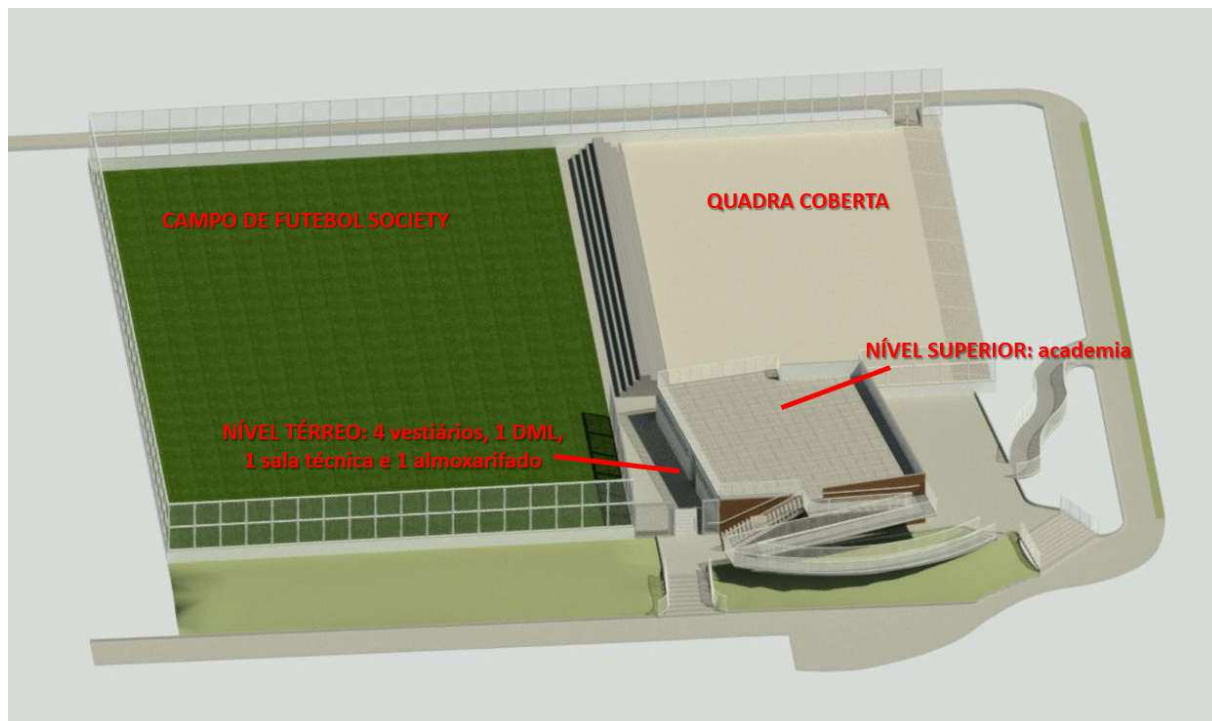


Fonte: Google Earth Pro (2018)

Pode-se destacar, entre as características arquitetônicas, que o bloco é constituído de uma edificação, um campo de futebol society e uma quadra coberta (Figura 22). A edificação é composta

por quatro vestiários, um depósito de materiais de limpeza (DML), um almoxarifado, uma sala técnica e uma academia no nível superior. O Anexo A apresenta as plantas baixas do pavimento térreo e superior do projeto arquitetônico. Ademais, o bloco apresenta duas rampas, duas escadas de concreto, uma escada metálica, guarda-corpo metálico, guarda-corpo de alvenaria, bicicletário, arquibancada e mesas.

Figura 22 - Projeto arquitetônico em 3D sem a cobertura metálica



Fonte: Autor (2018)

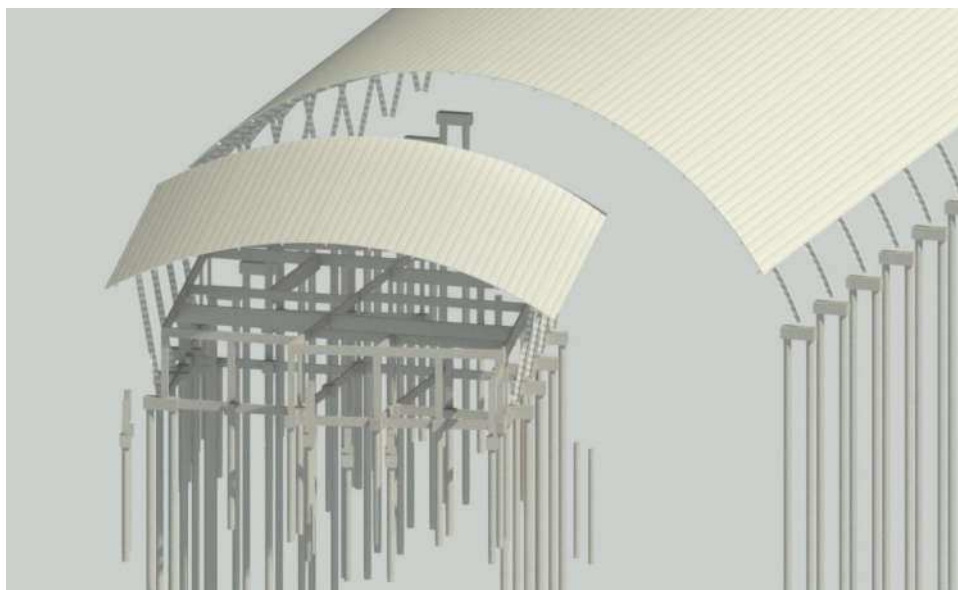
As fundações e estruturas em concreto armado apresentam os seguintes elementos: estaca Strauss, broca manual, blocos de coroamento, vigas baldrame, pilares, vigas superiores e laje maciça. O resumo das dimensões desses elementos é apresentado pelo Quadro 4. A estrutura da cobertura metálica é composta por vigas e pilares em perfil I, componentes em perfil retangular e chapas finas e grossas. Para as estruturas em concreto armado, modelou-se os elementos com as dimensões e posições corretas, não se preocupando com as armaduras de aço. Da mesma forma a estrutura metálica não foi modelada com grande nível de desenvolvimento, atentando-se mais para as formas, dimensões e posições no projeto. Sendo assim, o modelo estrutural elaborado apresenta nível de desenvolvimento 200 a 300. Uma vez que o objetivo é identificar interferências entre projetos, garantir as dimensões, formas e posicionamento corretos dos elementos é o suficiente para a verificação de conflitos. O modelo estrutural elaborado é apresentado pela Figura 23.

Quadro 4 - Resumo das dimensões dos elementos estruturais e de fundação em concreto armado

Elemento	Dimensões
Estaca Strauss	32cm de diâmetro e 16,5m de profundidade
Broca Manual	25cm de diâmetro e 5,0m de profundidade
Blocos de Coroamento	50cm×50cm×50cm
	150cm×50cm×50cm
Vigas Baldrame	12cm×40cm
Vigas (rampa)	20cm×40cm
Pilares (vestiário)	12cm×30cm
Pilares (rampa)	20cm×30cm
Vigas (academia)	12cm×40cm; 12cm×50cm; 12cm×60cm;
	12cm×70cm; 20cm×60cm; 20cm×70cm;
	20cm×80cm
Laje Maciça (rampa)	12cm de altura
Laje Maciça (academia)	12cm de altura

Fonte: Autor (2018)

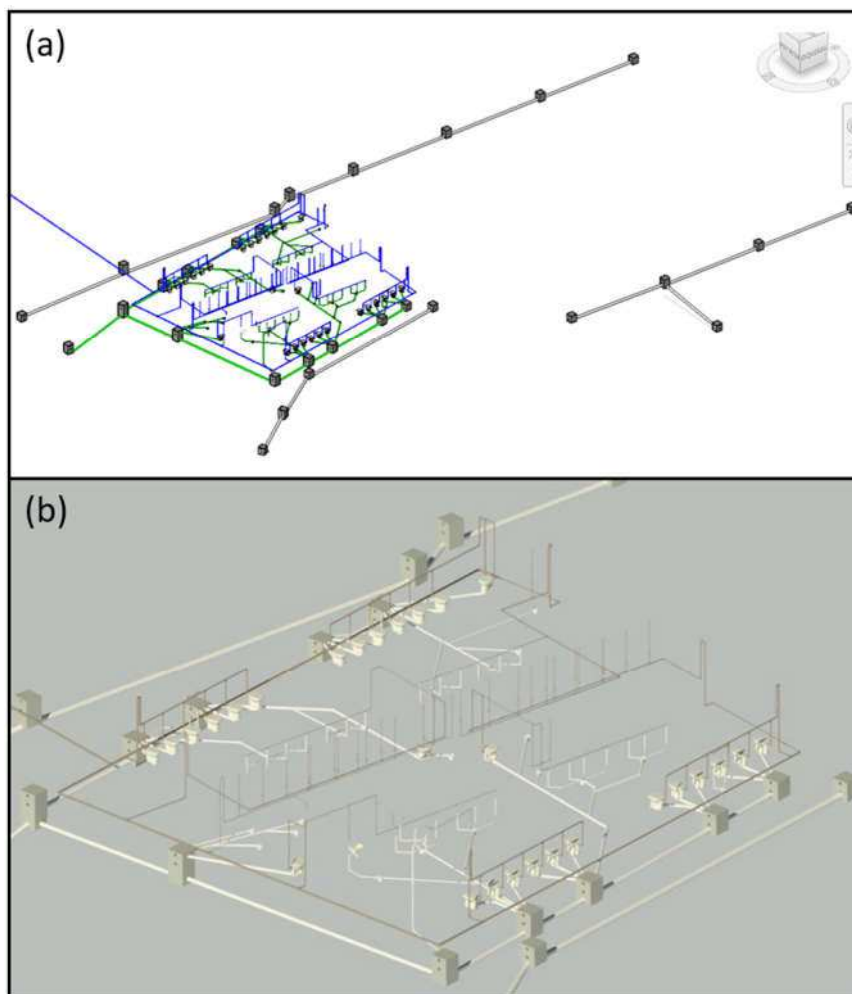
Figura 23 - Projeto estrutural modelado em BIM



Fonte: Autor (2018)

Os projetos hidrossanitário e drenagem apresentam os dados relativos às tubulações de água fria, de esgoto e de águas pluviais. Para a análise deste trabalho, não foi modelada parte dos projetos de água fria e de drenagem da região do campo de futebol society. As demais tubulações, caixas de inspeção e caixas de areias foram modeladas. O resultado do projeto hidrossanitário modelado em BIM é apresentado pela Figura 24.

Figura 24 - Projeto hidrossanitário modelado em BIM (a) Visão geral do modelo e (b) Visão destacando os vestiários



Fonte: Autor (2018)

A partir desses modelos elaborados, iniciou-se a etapa de identificação das interferências. Vale destacar que não se desenvolveu a ideia de elaborar os modelos *as-built* em BIM pelo fato de não conseguir visualizar quais foram as soluções empregadas na execução. Muitos componentes estão embutidos na alvenaria ou posicionados acima do forro de PVC, o que impossibilita a visualização das soluções adotadas.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante todo o processo de modelagem e verificação de interferências, foram identificados pontos importantes a serem discutidos. Constatou-se incoerências dos projetos, inconformidades da obra executada com os projetos originais e incompatibilidades entre os projetos. A seguir, são apresentadas as análises destes pontos.

6.1 Análise dos Projetos Originais

Antes de se iniciar as atividades de modelagem da informação da construção do bloco 5BSM, realizou-se uma análise detalhada dos projetos originais, os quais são disponibilizados na área de licitação do site da Universidade Federal de Uberlândia. Durante a análise dos projetos, foram observadas algumas incoerências entre as informações apresentadas nos documentos, as quais são abordadas nas próximas seções.

O processo de modelagem dos projetos originais apresentou algumas dificuldades de execução. Em relação ao projeto arquitetônico, verificou-se algumas limitações da ferramenta Revit em relação à modelagem de corrimãos em caminhos curvos, referente à rampa que liga o nível do passeio ao nível térreo. Alguns balaústres não identificaram o piso da rampa como a superfície de início desses componentes e, por consequência, alguns balaústres ultrapassaram para abaixo da rampa alguns metros. Ainda dentro do projeto arquitetônico, observou-se dificuldades na modelagem da escada metálica. Ao modelar uma escada metálica de caminhamento retangular, o programa computacional gera o patamar de forma automática. Entretanto, ao executar a escada metálica que liga o pavimento térreo à academia, que apresenta caminhamento trapezoidal, conforme Anexo A, o patamar não foi gerado automaticamente.

Dentro da disciplina estrutural, verificou-se uma dificuldade na modelagem das vigas metálicas em arco, relativas às coberturas metálica da quadra e da academia. O Revit apresenta meios de gerar as ligações metálicas de forma automática, uma vez informado o tipo de ligação (ex.: base de pilar com topo do bloco de coroamento). Para as vigas em arco e pilares inclinados, o comando de gerar as ligações de forma automática não eram executados corretamente.

Ao observar o estudo de caso, percebe-se que o bloco 5BSM apresenta níveis consideráveis de detalhes arquitetônicos e estruturais. As funcionalidades que o programa computacional apresenta podem não satisfazer a execução da modelagem rápida do empreendimento para alguns detalhes

em específico, uma vez que tais funcionalidades podem não ser comumente necessárias. Sendo assim, o programa apresenta algumas limitações de modelagem por falta de funcionalidades.

Entretanto, ficou evidente durante o processo de modelagem que a utilização da ferramenta Revit traz resultados mais satisfatórios em relação à ferramenta CAD. A maioria dos detalhes da edificação apresenta funcionalidades dentro da ferramenta que executa a rápida modelagem. Além disso, os detalhes que apresentaram dificuldades de modelagem também foram possíveis de serem modelados, mesmo com maior gasto de tempo. No final, pôde-se perceber que o processo de modelagem rápida da maioria das características do empreendimento e a modelagem demoradas de alguns detalhes é mais eficiente e eficaz que o processo tradicional em CAD. É importante destacar que para profissionais bem habituados com a ferramenta podem não enxergar os pontos apresentados como dificuldades.

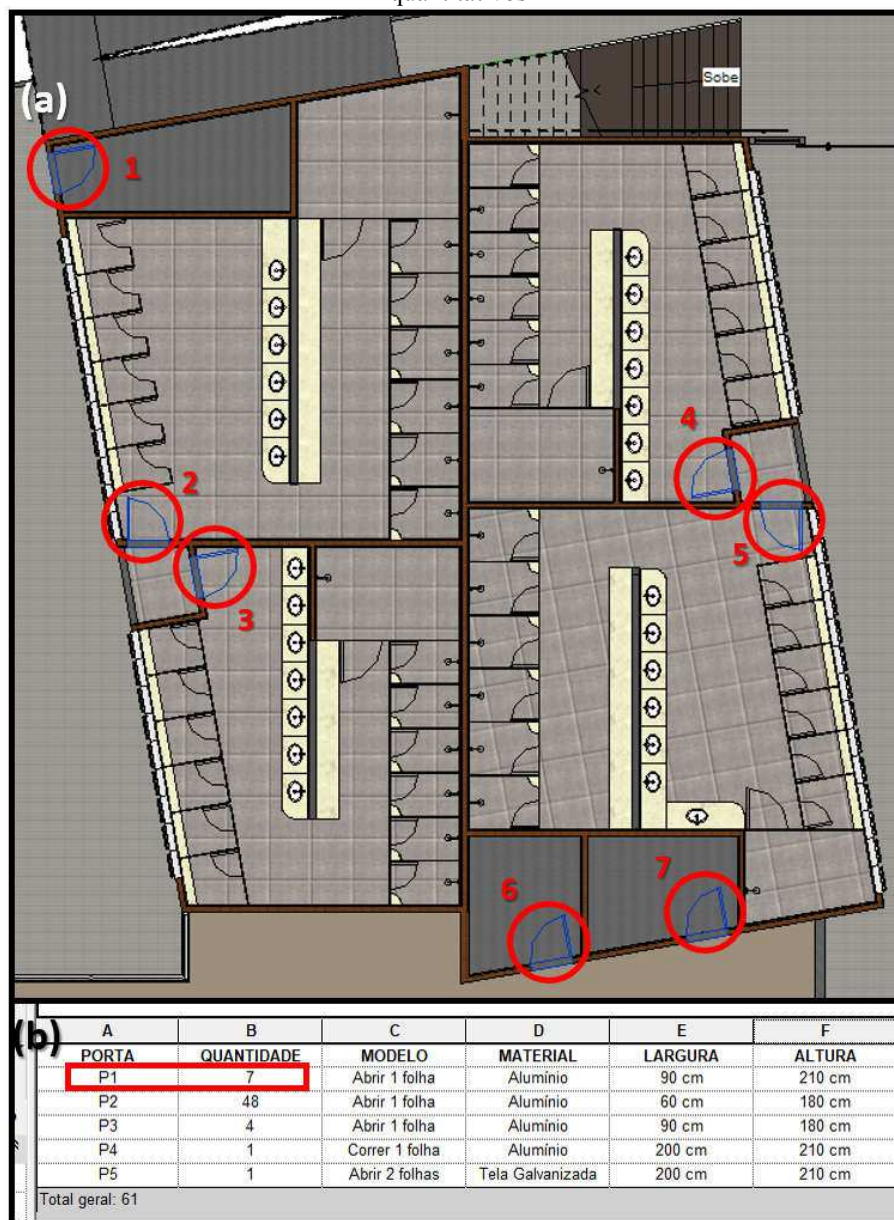
6.1.1 Projeto Arquitetônico

No projeto arquitetônico, verificou-se que a quantidade de portas indicada no projeto é diferente do especificado pelo quadro de esquadrias. Conforme é apresentado pela Figura 25, o quadro de esquadrias do projeto disponibilizado consta que há uma única porta P1 (90cm×210cm). Contudo, o projeto apresenta sete portas P1, como pode ser constatado pela planta baixa do pavimento térreo do projeto arquitetônico modelado em .rvt (Figura 26a) e pela tabela de quantitativo de portas extraídas do modelo (Figura 26b).

Figura 25 - Quadro de esquadrias do Projeto Arquitetônico original

NOME	DIMENSÃO	MATERIAL	TIPO	QUANT.
PORTAS				
P1	90x210	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	01
P2	60x180	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA COR BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	48
P3	90x180	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA COR BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	04
P4	200x210	ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	CORRER - 1 FOLHA	01
P5	200x210	REQUADRO EM METALON COM PINTURA BRANCA E TELA	ABRIR - 2 FOLHAS	01
JANELAS				
J1	660x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR	01
J2	540x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR	02
J3	840x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR - 28 FOLHAS	01

Figura 26 – Quantidade de portas do tipo P1 no Projeto Arquitetônico modelado em (a) .rvt e (b) na tabela de quantitativos



Fonte: Autor (2018)

O erro verificado no projeto original pode ser resultando da falta de atenção na leitura do projeto durante a quantificação das portas, antes de passar para o quadro de esquadrias. Percebe-se, portanto, que em projetos em 2D, o trabalho de contagem de itens para elaboração de quadros de quantitativos configura-se uma tarefa manual e, por consequência, sujeito aos erros humanos. A partir desse erro, os profissionais que forem utilizar essas informações podem propagar o erro para as demais etapas, como a etapa de orçamentação. Também vale lembrar que o trabalho manual de

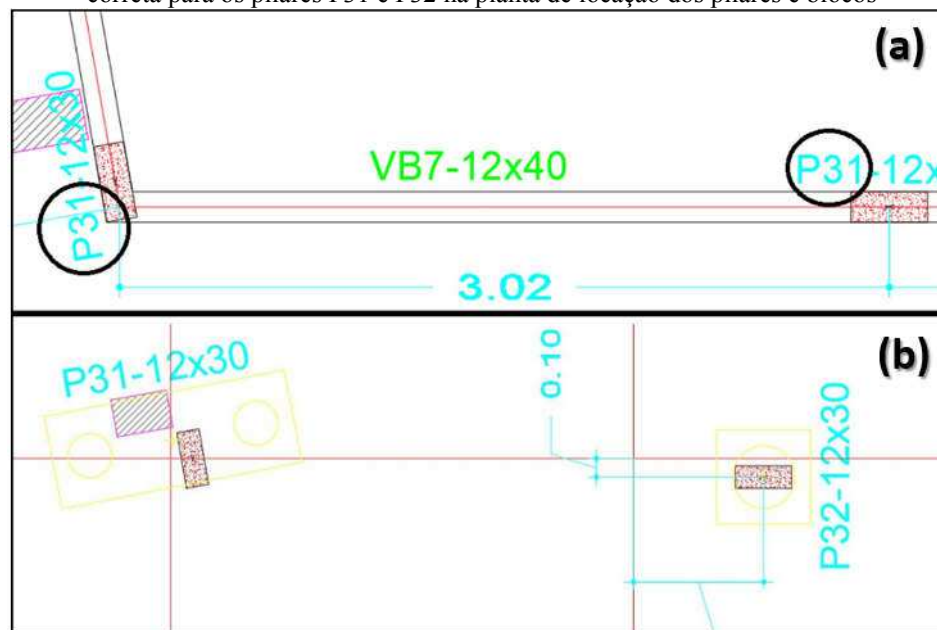
contagem de itens pode ser considerado como atividade de baixo valor agregado, visto que neste tempo o profissional poderia estar dedicando em pontos muito mais importantes do projeto.

Projetos modelados em BIM fornecem tabelas de quantitativos para diversos itens e são geradas automaticamente, poupando o tempo dos profissionais. As tabelas só constarão erros caso tenha-se cometido erros durante a modelagem. Contudo, estes erros também podem ser vistos em outros locais do modelo, como nas plantas baixas, nos cortes e na vista 3D, o que torna mais fácil enxergá-los.

6.1.2 Projeto Estrutural

Verificou-se nas plantas do projeto estrutural de concreto um erro de anotação de pilar. Na “planta forma das vigas baldrame, locação das brocas e pilares” tem-se a anotação P31 para dois pilares, conforme apresenta a Figura 27a. A anotação duplicada propaga o erro de anotação dos pilares consecutivos, pois todos eles terão a sua numeração com um número abaixo. A “planta de locação dos pilares e blocos”, Figura 27b, tem-se a anotação correta dos pilares.

Figura 27 - (a) Anotação P31 identificada em dois pilares na planta de forma das vigas e pilares e (b) Anotação correta para os pilares P31 e P32 na planta de locação dos pilares e blocos



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Apesar de não se mostrar um erro grave, é interessante destacar que a anotação realizada em uma ferramenta BIM é capaz de notificar quando se tem pilares com a mesma numeração, destacando os elementos com anotação duplicada, conforme mostra a Figura 28.

Figura 28 – Ferramenta acusando anotações duplicadas para os pilares

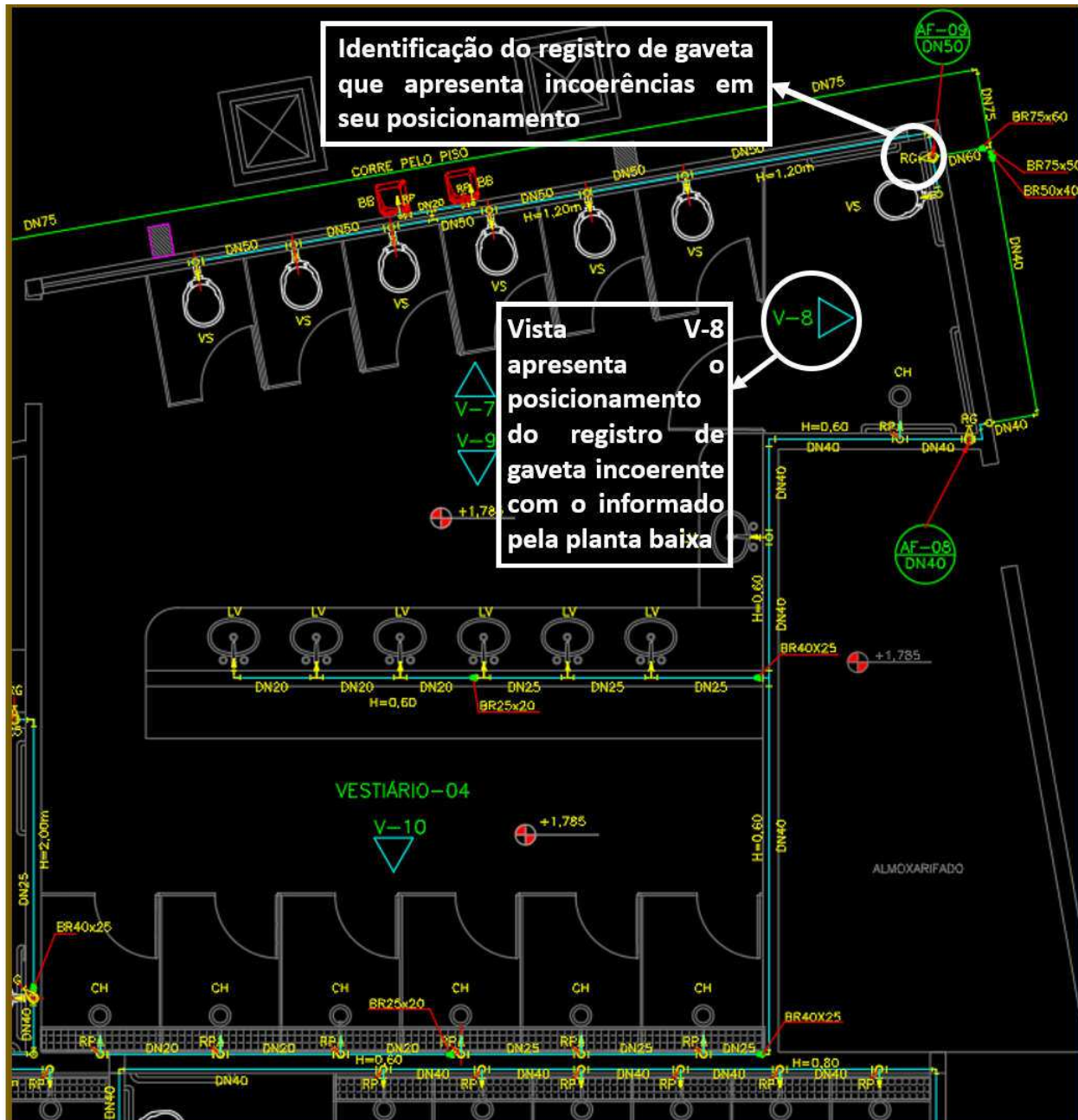


Fonte: Autor (2018)

6.1.3 Projeto Hidrossanitário

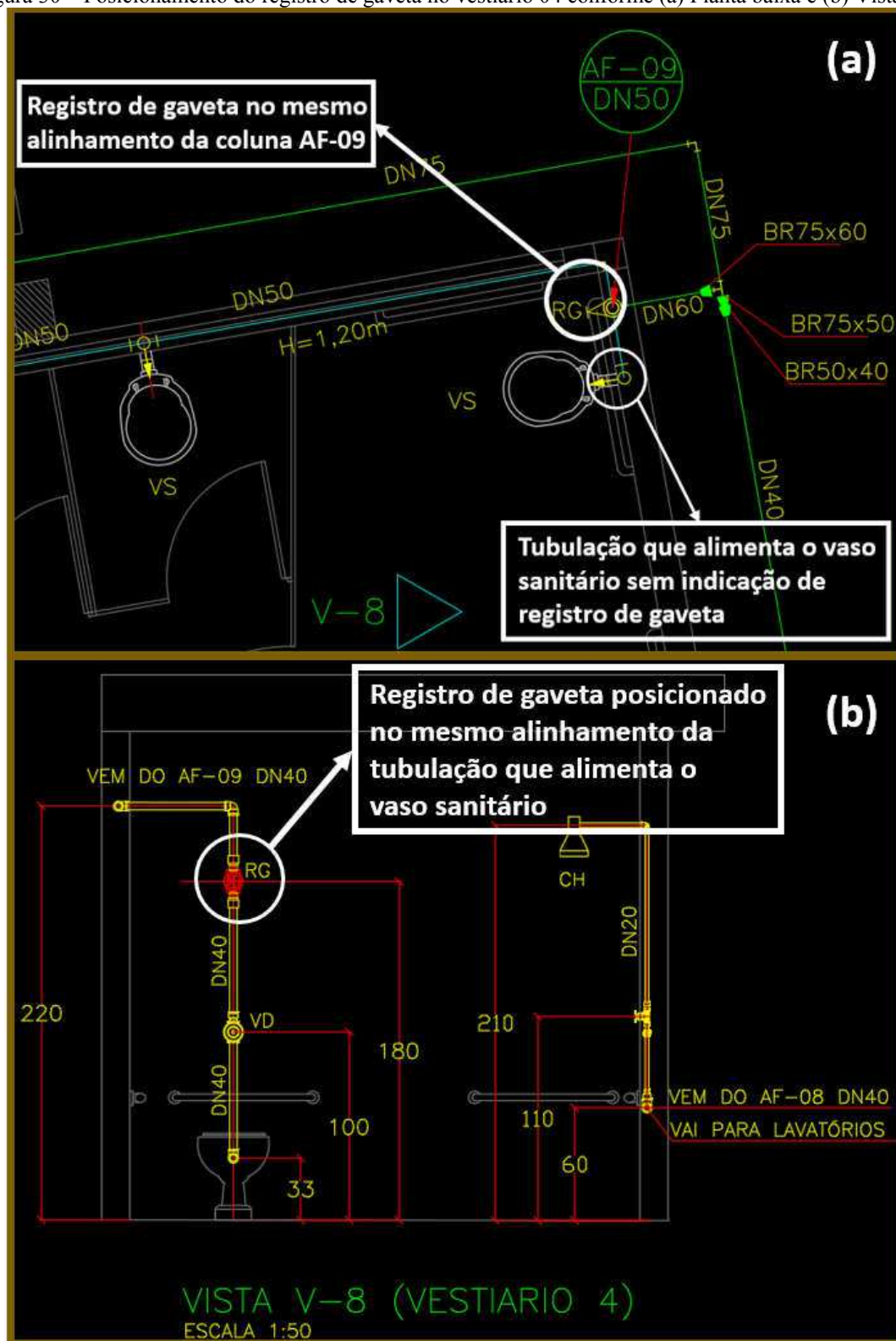
Foram encontradas incoerências no Projeto Hidráulico, mais especificamente na região dos vestiários. A primeira incoerência verificada foi o posicionamento do registro de gaveta do vestiário 04, localizado no banheiro para portadores de necessidades especiais (PNE) (Figura 29). Conforme a planta geral da tubulação de água fria do pavimento térreo (Figura 30a), o registro de gaveta em questão está no mesmo alinhamento vertical da tubulação AF-09. A tubulação AF-09 distribui água para as bacias sanitárias do vestiário 04. Contudo, ao analisar a vista V-8, o registro de gaveta está posicionado no mesmo alinhamento vertical da tubulação que alimenta a bacia sanitária (Figura 30b). Sendo assim, a planta baixa e a vista V-8 apresentam informações divergentes.

Figura 29 - Identificação do registro de gaveta no vestiário 4



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

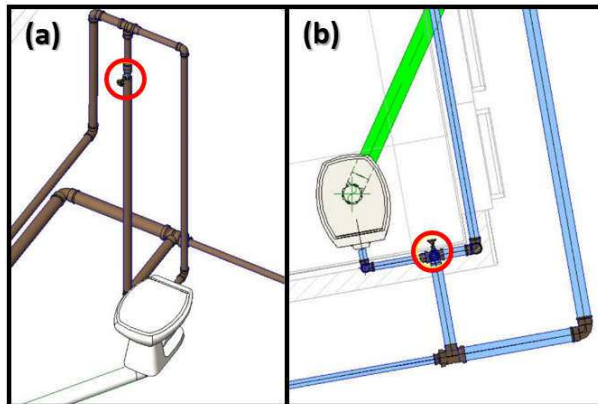
Figura 30 – Posicionamento do registro de gaveta no vestiário 04 conforme (a) Planta baixa e (b) Vista V-8



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

A Figura 31 apresenta a posição do registro de gaveta em questão em uma vista 3D e na planta baixa. Como se pode perceber, não há incoerências entre as informações apresentadas.

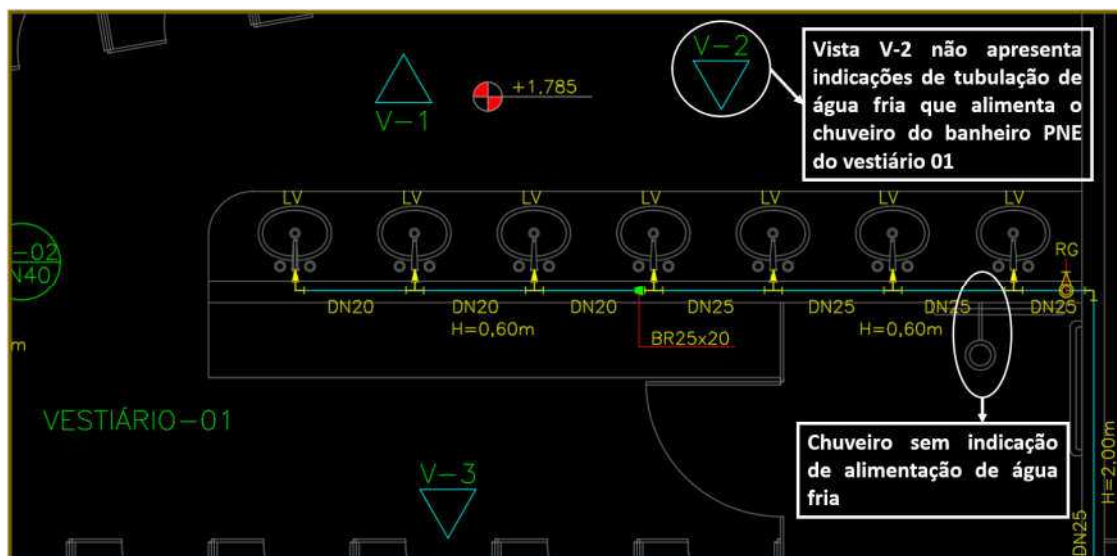
Figura 31 - Posição do registro de gaveta no projeto modelado Vista 3D (a) e Planta baixa (b)



Fonte: Autor (2018)

Ainda na área dos vestiários, o chuveiro do banheiro PNE do vestiário 01 não apresenta tubulação que o alimente, como apresenta a Figura 32. É possível que tenha-se esquecido de considerar essa tubulação na elaboração do projeto visto que não há indicação de registro de pressão na vista V-2 (Figura 33). Conforme Nunes *et al.* (2017), o uso de BIM melhora as interpretações do projeto, uma vez que os desenhos gerados em 3D permite uma melhor visualização sobre qual será o resultado final do sistema projetado. Por consequência, têm-se maiores chances de se identificar elementos em falta no modelo com a visualização em 3D.

Figura 32 - Tubulação que alimenta o chuveiro do banheiro PNE do vestiário 01 em falta



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 33 - Vista V-2 sem indicação de válvula de pressão ou tubulação que alimenta o chuveiro PNE



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

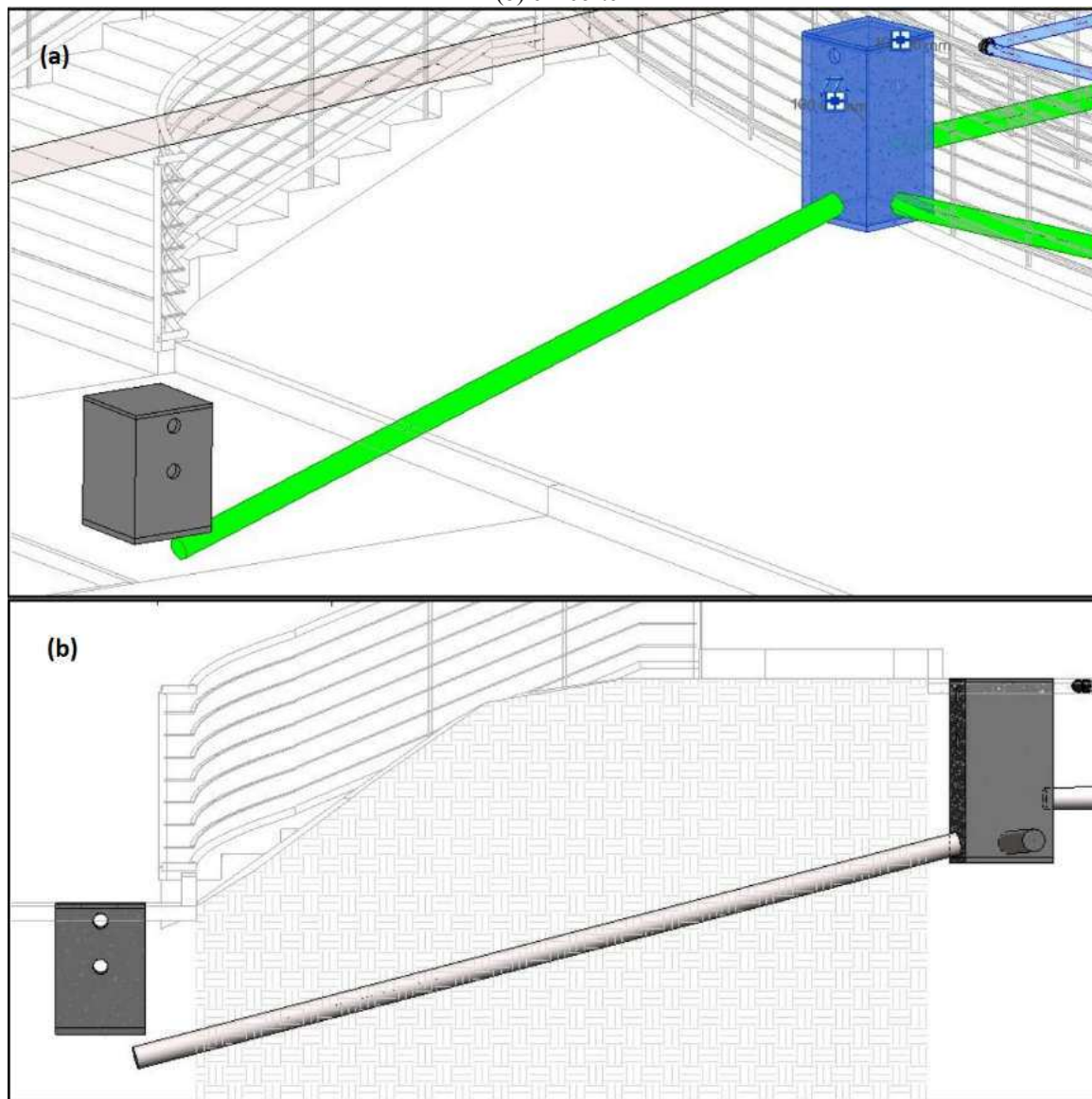
Como foi discorrido sobre a vantagem em se visualizar em 3D para verificar erros de projeto, a próxima incoerência apresentada foi facilmente encontrada justamente pela visualização 3D do projeto. No projeto de esgoto sanitário, a caixa de inspeção CI-08 encaminha o esgoto sanitário para a caixa de inspeção CI-09 que, por sua vez, encaminha para a coleta pública (Figura 34). A caixa CI-08 está posicionada no pavimento térreo, com nível de referência +1,80 metros e profundidade de 1,17 metros. A caixa CI-09 está posicionada no passeio, com nível de referência +0,30 metros e profundidade de 0,80 metros. A distância da tubulação que as ligam é de 5,60 metros. Com a tubulação partindo do fundo da caixa CI-08 e indo em direção à caixa CI-09 com a inclinação indicada em projeto de 26%, tem-se que essa tubulação termina em uma cota pelo menos 0,30 metros abaixo do fundo da caixa CI-09. Porém, antes de se realizar as contas, constatou-se o problema ao se visualizar o projeto em 3D e em corte, como mostra a Figura 35.

Figura 34 - Encaminhamento do esgoto sanitário da caixa CI-08 para a caixa CI-09



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 35 - Identificação visual do posicionamento do ponto final da tubulação entre CI-08 e CI-09 (a) em vista 3D e (b) em corte



Fonte: Autor (2018)

6.2 Inconformidades Obra Executada com Projetos Originais

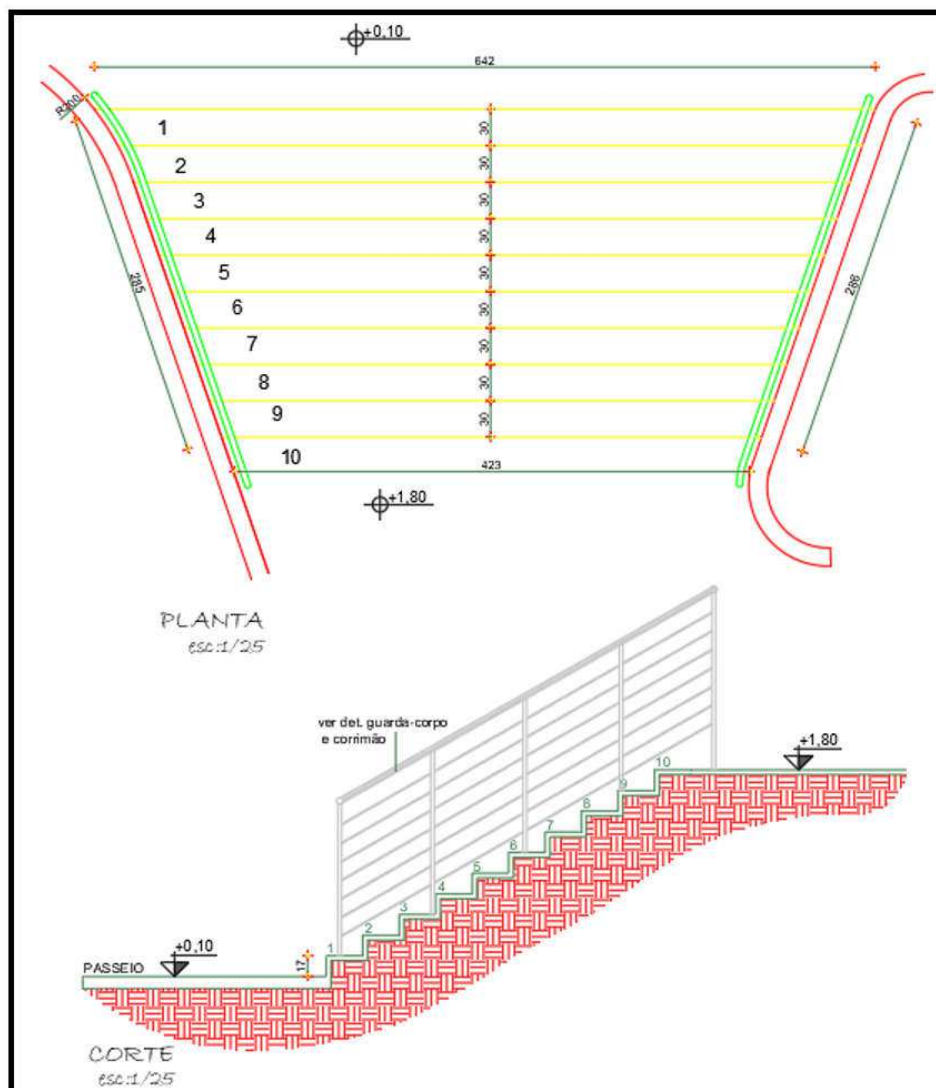
Ao visitar a edificação executada, foram verificadas diferenças entre componentes da edificação construída com os projetos originais. Algumas diferenças importantes são apresentadas e discutidas a seguir. É importante destacar que também é interessante trabalhar com BIM para atualizar os projetos quando se tem uma execução diferente das diretrizes estipuladas pelos projetos. Ao se ter os projetos modelados em BIM, modificar componentes em planta, por exemplo, modifica e atualiza as informações nas outras folhas, demais plantas, cortes, vistas etc. Isso facilita

o trabalho do profissional responsável por disponibilizar os projetos as-built. É muito importante atualizar os projetos originais para representar a edificação executada, pois é com base nesses projetos que futuros profissionais devem planejar suas atividades para realizar serviços de manutenção, reforma ou adequação de sistemas ou componentes da edificação.

6.2.1 Projeto Arquitetônico

Analisando o projeto arquitetônico, percebe-se que a escada 1 tem indicado guarda-corpo com corrimão em suas extremidades, conforme mostra o detalhe da escada no projeto original (Figura 36) e o modelo elaborado em BIM (Figura 37). Contudo, na prática também foi executado um corrimão intermediário na escada, como é apresentado pela Figura 38.

Figura 36 - Guarda-corpo e corrimão da escada 1 posicionados somente em suas extremidades



Fonte: Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 37 - Escada 1 da edificação modelada



Fonte: Autor (2018)

Figura 38 - Escada 1 executada com corrimão intermediário



Fonte: Autor (2018)

Ao visitar a entrada do vestiário, existem três soleiras: uma soleira entre a área externa e a região de acesso aos vestiários e uma soleira na entrada de cada vestiário (Figura 39). Entretanto, ao se verificar o projeto arquitetônico, não há indicação de soleira nestes locais, conforme é mostrado pela Figura 40a. No projeto arquitetônico, onde há soleira, tem-se uma representação gráfica da soleira com a anotação SG, que é abreviatura para Soleira de Granito (Figura 40b).

Figura 39 - Transição área externa para acesso aos vestiários com soleiras



Fonte: Autor (2018)

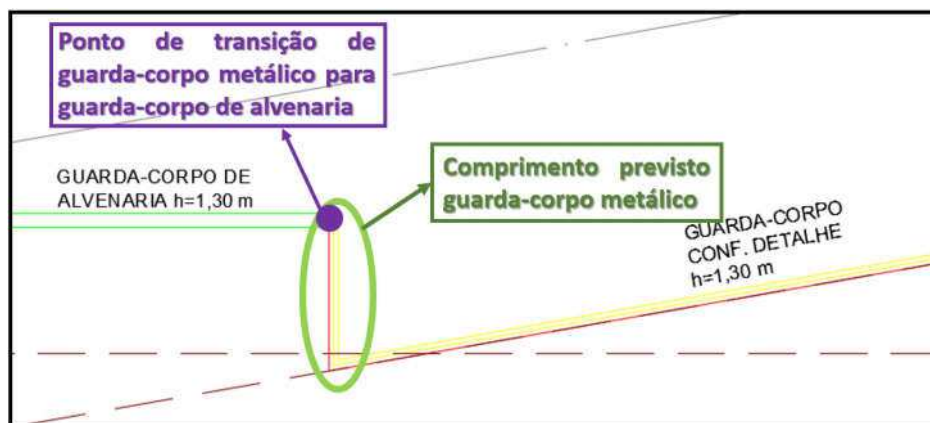
Figura 40 – Detalhes do projeto arquitetônico sobre indicação de soleira (a) na transição da área externa para acesso aos vestiários e (b) na transição da área externa para a quadra coberta



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

No pavimento da academia, acima do pavimento térreo, há guarda-corpo metálico e guarda-corpo de alvenaria, ambos com 1,30m de altura. No projeto arquitetônico está indicado onde cada tipo de guarda-corpo deve ser instalado. Ao visitar a edificação, percebeu um pequeno trecho que deveria ser de guarda corpo-metálico (Figura 41), mas que foi executado em alvenaria (Figura 42). Caso essa circunstância tenha se dado por erro de leitura de projeto, a visualização 3D da edificação poderia reduzir as chances de erros de leitura. Porém, se houve algum outro motivo para essa situação, atualizar o projeto utilizando BIM seria algo muito simples e prático, não necessitando elaborar novamente as vistas e cortes manualmente.

Figura 41 - Transição entre guarda-corpo metálica e guarda-corpo de alvenaria da academia



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 42 – Comprimento executado guarda-corpo de alvenaria ao invés de guarda-corpo metálico

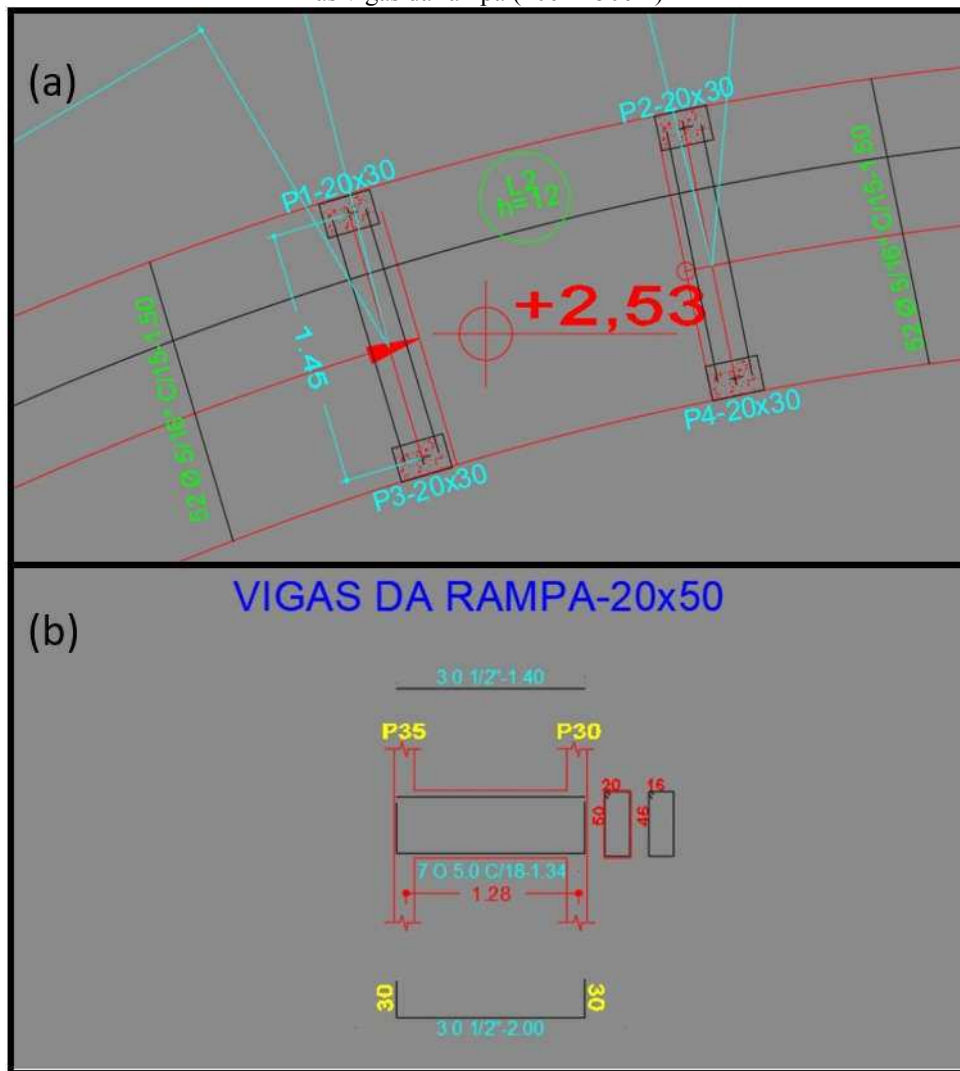


Fonte: Autor (2018)

6.2.2 Projeto Estrutural

Ao analisar o projeto de estrutura de concreto, observou-se que a rampa que liga o pavimento térreo com o pavimento superior (academia) foi projetada em estrutura de concreto, como pode ser visto pela Figura 43.

Figura 43 - Detalhes do projeto estrutural de concreto armado (a) para os pilares da rampa (20cm×30cm) e (b) para as vigas da rampa (20cm×50cm)



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Entretanto, ao verificar a rampa construída, observou-se que a mesma foi executada em estrutura mista: pilares e vigas metálicas (Figura 44) e piso em concreto armado. Ao analisar o projeto estrutural, percebe-se que a representação estrutural da rampa não termina no mesmo local que é indicado pelo projeto arquitetônico. A estrutura de concreto armado é representada até o terceiro

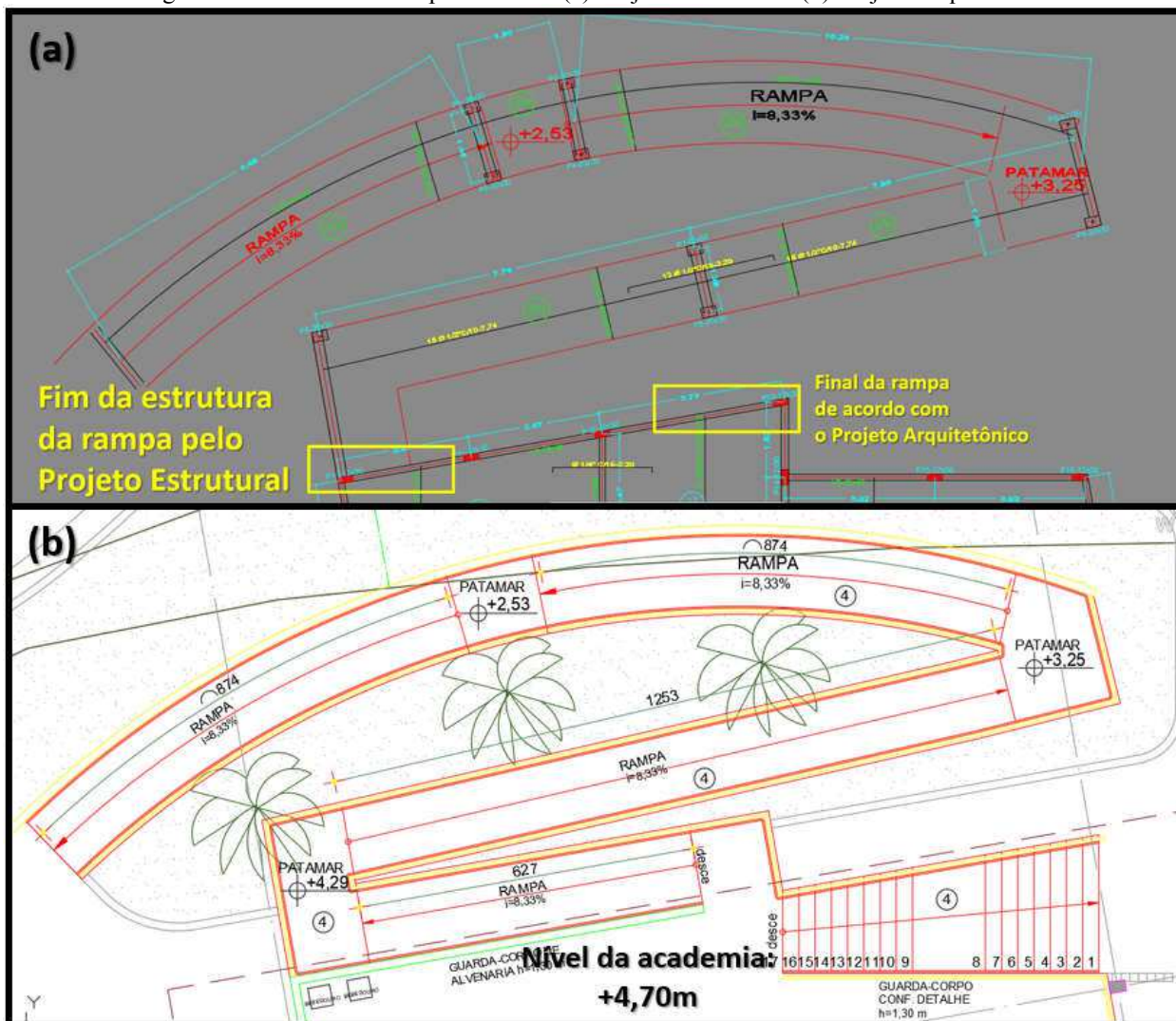
patamar da rampa (Figura 45a) que, segundo o projeto arquitetônico, tem nível de referência +4,29 metros. O nível de referência da academia é de +4,70 metros (Figura 45b). A falta do trecho final da rampa no projeto estrutural é a provável causa da escolha por executá-la em estrutura metálica em vez de seguir o projeto estrutural.

Figura 44 - Rampa que liga o pavimento térreo à academia executada em estrutura metálica



Fonte: Autor (2018)

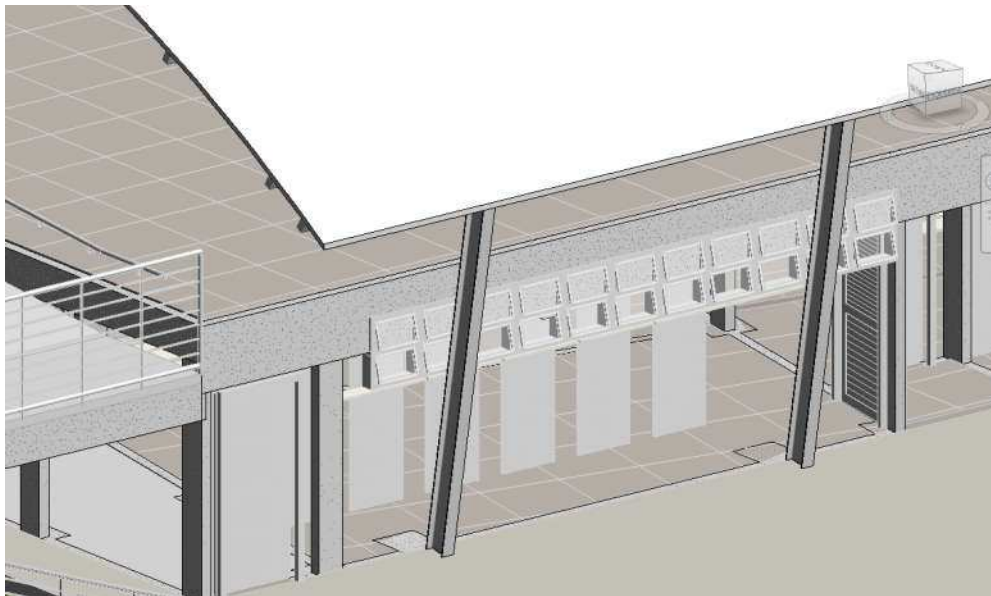
Figura 45 – Detalhes da rampa conforme (a) Projeto Estrutural e (b) Projeto Arquitetônico



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Projetar a estrutura em BIM em posse do projeto arquitetônico também modelado em BIM evita este tipo de erro. É possível modelar o projeto estrutural vinculado com o projeto arquitetônico. Desta forma, o projeto arquitetônico vinculado fica visível durante a modelagem da estrutura, se tornando uma referência na hora de posicionar os elementos estruturais. É possível alterar a visibilidade do projeto arquitetônico vinculado para que o mesmo tenha uma visibilidade mais transparente para que assim os elementos estruturais não se percam no meio de todas as informações visuais (Figura 46).

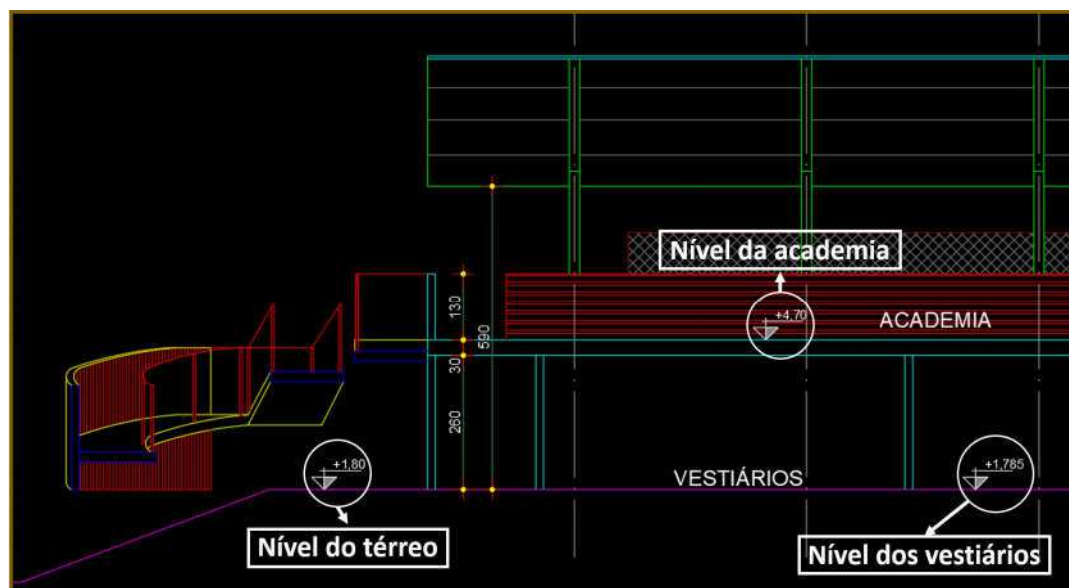
Figura 46 - Projeto arquitetônico vinculado ao projeto estrutural e com visibilidade reduzida



Fonte: Autor (2018)

Outra divergência da edificação construída com os dados dos projetos encontrada foi o valor da distância de piso acabado (inferior) a piso acabado (superior). Segundo o projeto arquitetônico, o nível de referência do pavimento térreo é de +1,80 metros e o nível e referência do pavimento superior (academia) é de +4,70 metros (Figura 47). Ou seja, totalizando uma distância de 2,90 metros. Todavia, após realizar medições no local, verificou-se que a edificação apresenta distância de piso a piso de 2,98 metros.

Figura 47 – Corte B do projeto arquitetônico com indicações dos níveis



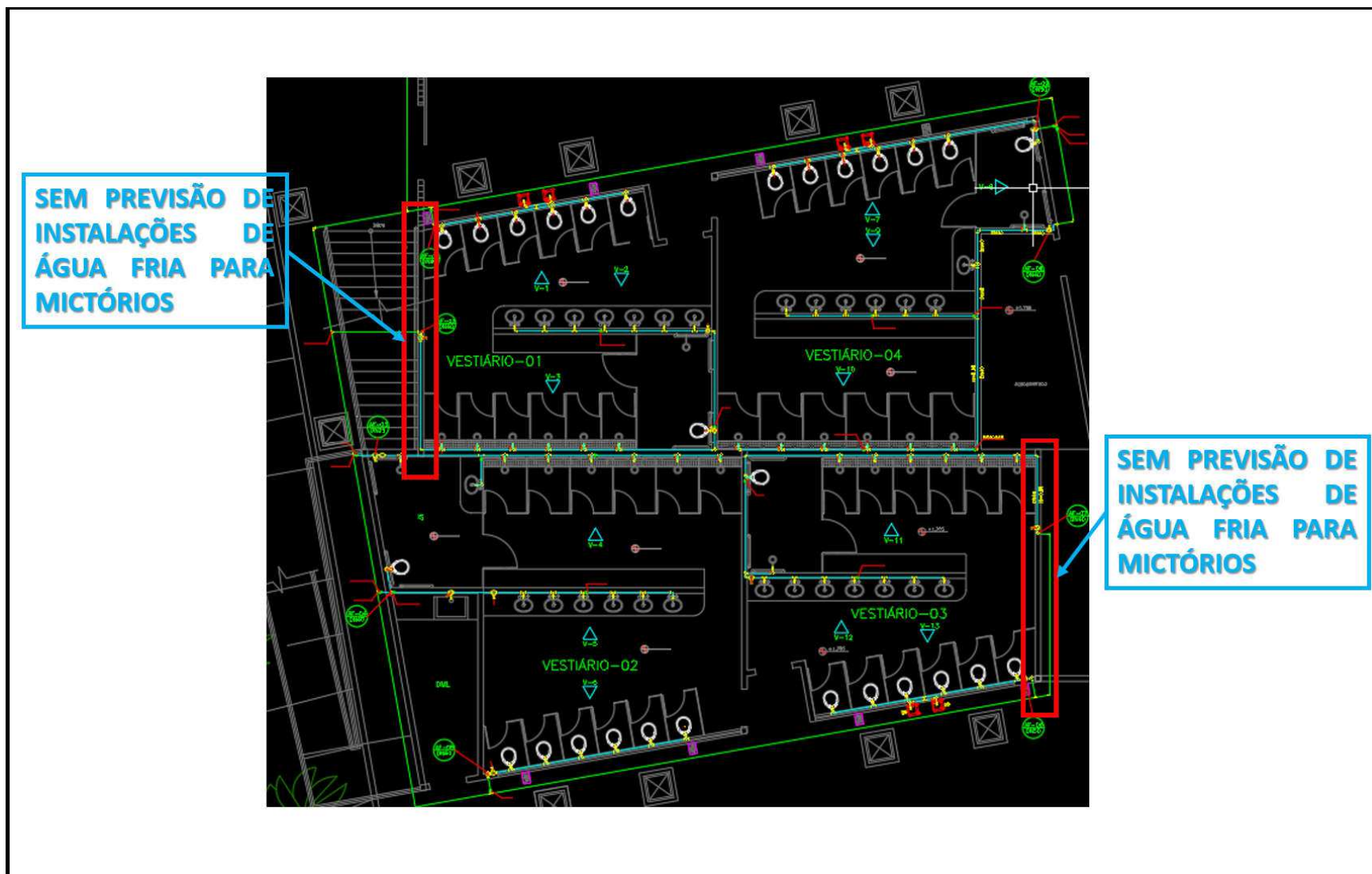
Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

6.2.3 Projeto Hidrossanitário

Ao visitar os vestiários, constatou-se que os vestiários 01 e 03 são masculinos e os vestiários 02 e 04 femininos. Analisando os vestiários 01 e 03 verificou-se uma diferença significativa entre a edificação executada e o projeto hidrossanitário original. Nos projetos originais, não foi previsto, em nenhum vestiário, a execução de mictórios (Figuras 48 e 49). Porém, nos vestiários masculinos foram executados mictórios (Figura 50). Retirou-se uma unidade de bacia sanitária em ambos vestiários e utilizou-se a região para alocar unidades de mictórios.

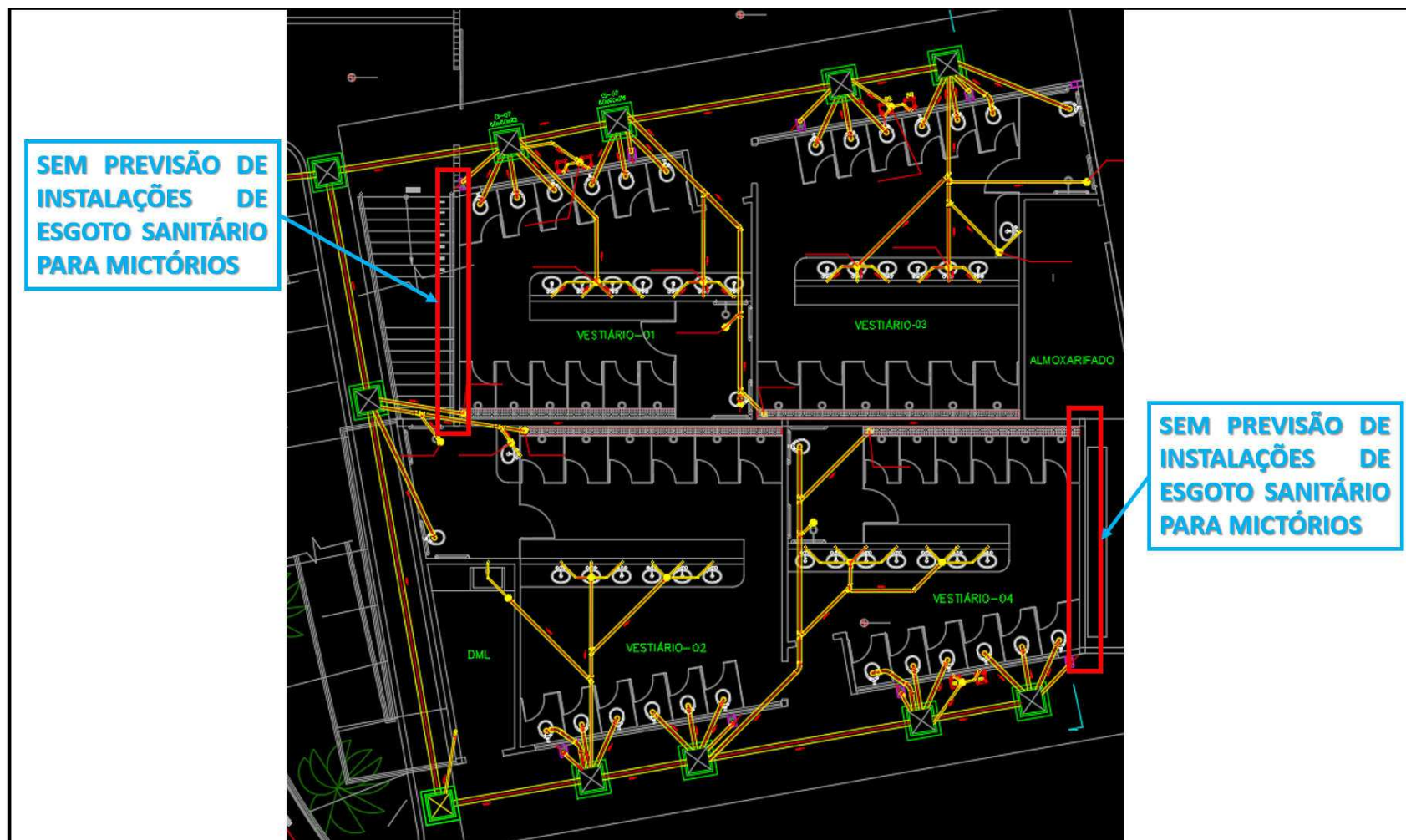
Executar os mictórios sem atualizar os projetos hidráulicos é preocupante, visto que futuras manutenções não poderão depender da análise dos projetos, uma vez que os mesmos não representam o que foi realmente executado. É interessante atualizar o projeto hidrossanitário em BIM a fim de alocar as novas tubulações que não foram previstas no projeto original exatamente aonde foram instaladas, pois as novas vistas e os novos cortes são gerados de forma automática. Desta forma, futuros profissionais que precisarem dessas informações não terão problemas ao acessá-las, facilitando a execução de seus serviços.

Figura 48 - Projeto de instalações de água fria



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 49 - Projeto de esgoto sanitário



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Uberlândia (2011)

Figura 50 - Mictórios do vestiário 01 (a) vistos da entrada do vestiário e (b) vistos mais proximamente



Fonte: Autor (2018)

6.3 Identificação de Interferências – *Clash Detection*

Após modelar os projetos em Revit (.rvt), utilizou-se a ferramenta Navisworks Manage para utilizar seus recursos de detecção de interferências. Nele, são importados os projetos modelados e convertidos para arquivos formato Navisworks (.nwf ou .nwd). As interferências encontradas são apresentadas e discutidas a seguir.

6.3.1 Projeto Estrutural × Projeto Hidrossanitário

a) Tubulações verticais e horizontais × Vigas baldrames e blocos de fundação

Durante a verificação das interferências entre os projetos hidrossanitário e estrutural/fundação, surgiram questionamentos sobre a posição de elementos como vigas baldrames e blocos de coroamento em relação ao nível acabado do térreo. Os projetos estruturais, tanto o estrutural de concreto quanto o de estrutura metálica, não indicam se as vigas baldrames e os blocos de coroamento devem ser posicionados a certa distância abaixo do nível acabado do térreo. Sendo assim, em primeiro momento, baldrames e blocos foram modelados) no nível térreo (+1,80m). Contudo, ao se verificar as incompatibilidades entre o sistema estrutural com o sistema hidrossanitário, constatou-se um elevado número de interferências entre tubulações e baldrames e tubulações e blocos, conforme apresentam as Figuras 51 e 52.

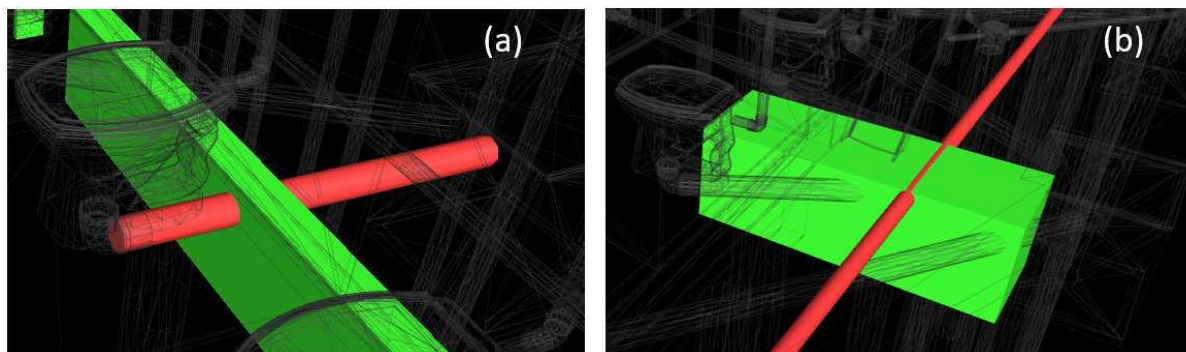
Figura 51 - Identificação de interferências através do Navisworks

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
Tubulação e Vigas Superiores	Done	19	19	0	0	0	0
CI/CA e fundação	Done	9	9	0	0	0	0
Tubulação e Baldrames	Done	64	64	0	0	0	0
Tubulação e Blocos	Done	40	40	0	0	0	0

Name	Status	Level	Grid Int...	Found	Approved...	Approved
Clash1	New	02-Térreo	5(10)-7(-...	14:26:31 13-05-2018		
Clash2	New	02-Térreo	5(10)-7(-...	14:26:31 13-05-2018		
Clash3	New	02-Térreo	5(25)-7(-...	14:26:31 13-05-2018		

Fonte: Autor (2018)

Figura 52 - Principais interferências encontradas: (a) tubulação com viga baldrame [64] e (b) tubulação com bloco de fundação [40]

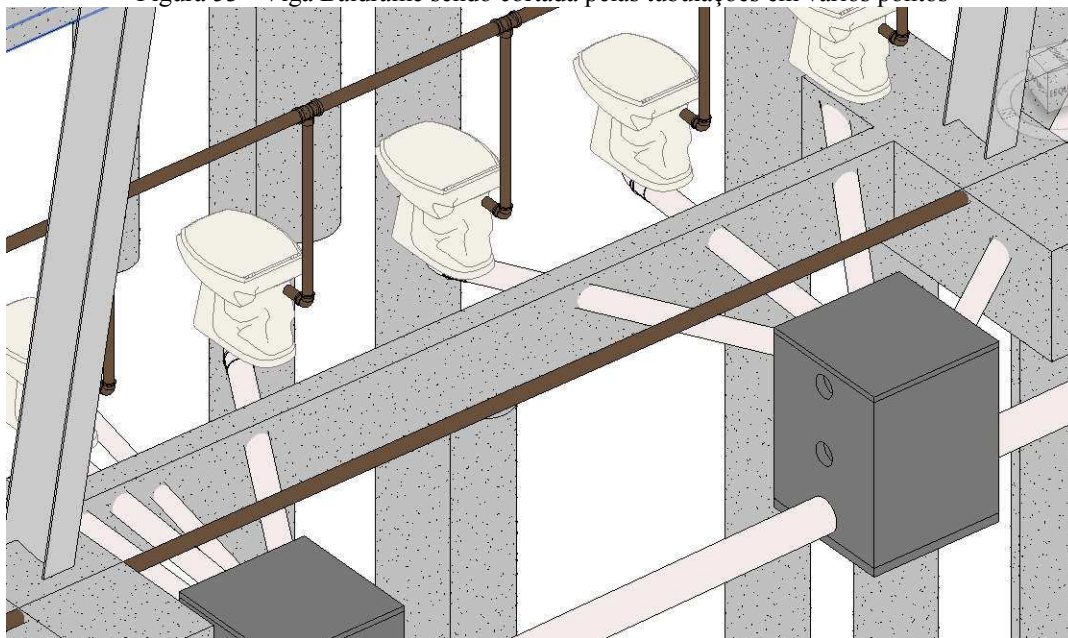


Fonte: Autor (2018)

Sendo assim, enxergou-se três caminhos de execução. O primeiro seria posicionar as tubulações de esgoto abaixo do nível das vigas baldrames para conectá-las às caixas de inspeção e contornar as tubulações de água fria que estivessem conflitando com os blocos de fundação. Contudo, não são todas as tubulações que se mostraram possíveis de passar abaixo das vigas baldrames, respeitando as declividades impostas pela ABNT NBR 8160:1999. Por isso, esta opção não se mostrou muito viável.

O segundo caminho seria contornar as tubulações de água fria que estivesse conflitando com os blocos de fundação e realizar furos nas vigas baldrames na direção de sua largura (b_w). Segundo a ABNT NBR 6118:2014, as vigas podem ser cortadas na direção de sua largura, desde que sejam satisfeitas as condições impostas pela seção 13.2.5.1. Entretanto, as vigas baldrames apresentariam grandes quantidades de furos em pequenos trechos, como pode ser visto pela Figura 53, comprometendo sua resistência. Ademais, o projeto estrutural não previu furos nas vigas, o que torna a prática do furo um risco à segurança estrutural.

Figura 53 - Viga Baldrame sendo cortada pelas tubulações em vários pontos



Fonte: Autor (2018)

O terceiro caminho seria executar as vigas baldrame e os blocos de coroamento em nível inferior ao térreo, a qual se mostrou mais viável. Sobre as vigas, é executada alvenaria de embasamento, que é a alvenaria que fica na base da viga baldrame até o nível do piso acabado. Essa alvenaria possibilita a passagem de tubulações sem que se tenha prejuízo às vigas baldrame. A falta de indicação do nível das vigas baldrame e dos blocos em relação ao nível acabado do térreo implica em duas hipóteses:

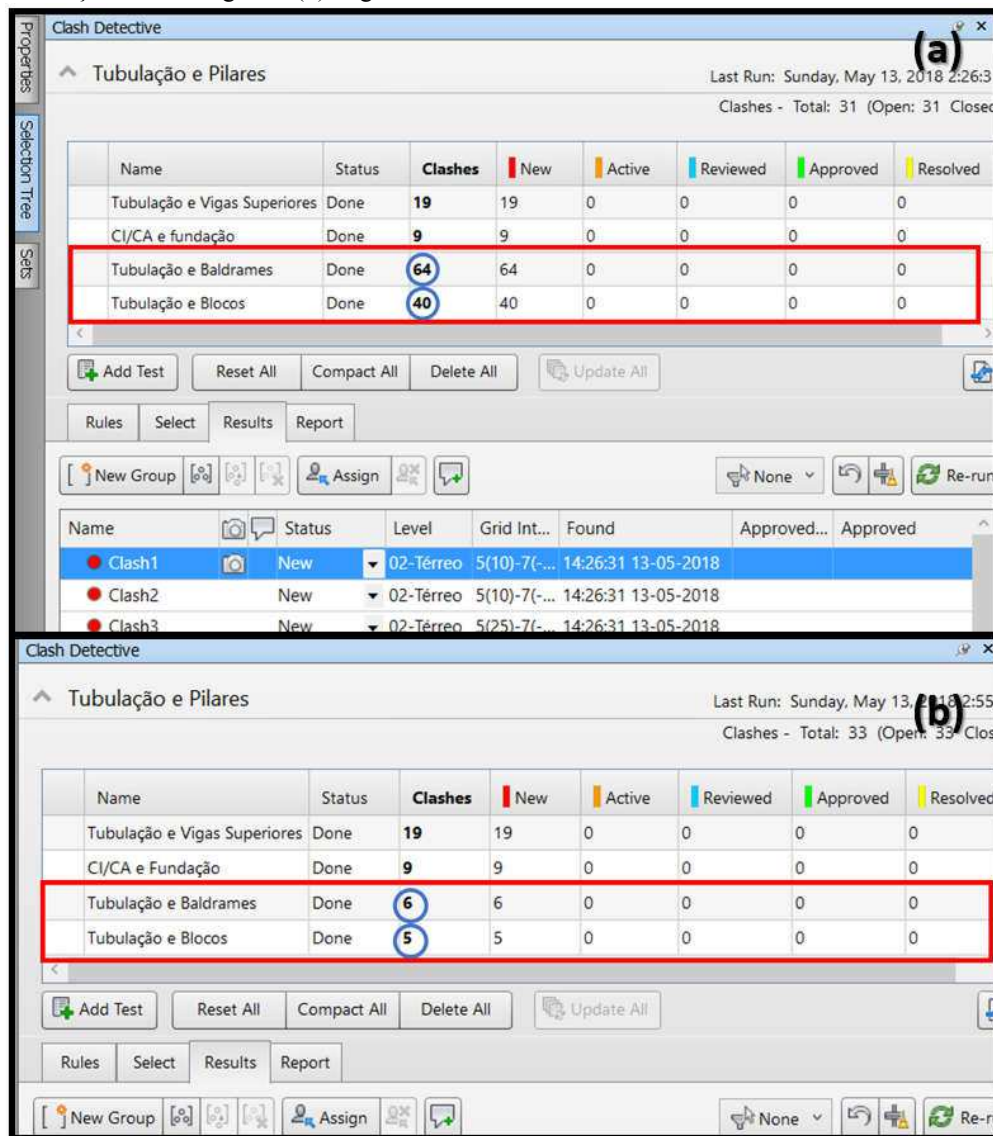
- Primeira hipótese: esqueceu-se de indicar o nível desses elementos em relação ao nível acabado do térreo;
- Segunda hipótese: o nível desses elementos realmente coincide com o nível acabado do térreo, conforme apresentado no primeiro caminho de execução.

Ao ler o memorial descritivo¹ disponibilizado em 2011 no processo licitatório, tem-se a seção “20.6 - Impermeabilização horizontal das vigas baldrame, alvenarias de embasamento e fundações”, reforçando a ideia que realmente existe alvenaria de embasamento e, por consequência, que a fundação está a um certo nível abaixo do nível térreo. Sendo assim, considerou-se a primeira hipótese, e verificou-se novamente as interferências após deslocar as vigas baldrame e os blocos

¹ Memorial descritivo e projetos disponíveis no link: <<http://www.licitacoes.ufu.br/licitacoes/2011>>.

de coroamento 20 centímetros abaixo do nível acabado do térreo. A Figura 54 mostra o comparativo das interferências encontradas entre os projetos modelados conforme o primeiro caminho de execução) e modelados conforme o terceiro caminho de execução.

Figura 54 - Interferências encontradas considerando: (a) Vigas baldrames e blocos no nível do térreo - vigas com furos na direção de sua largura e (b) Vigas baldrames e blocos deslocados 20cm abaixo do nível do térreo

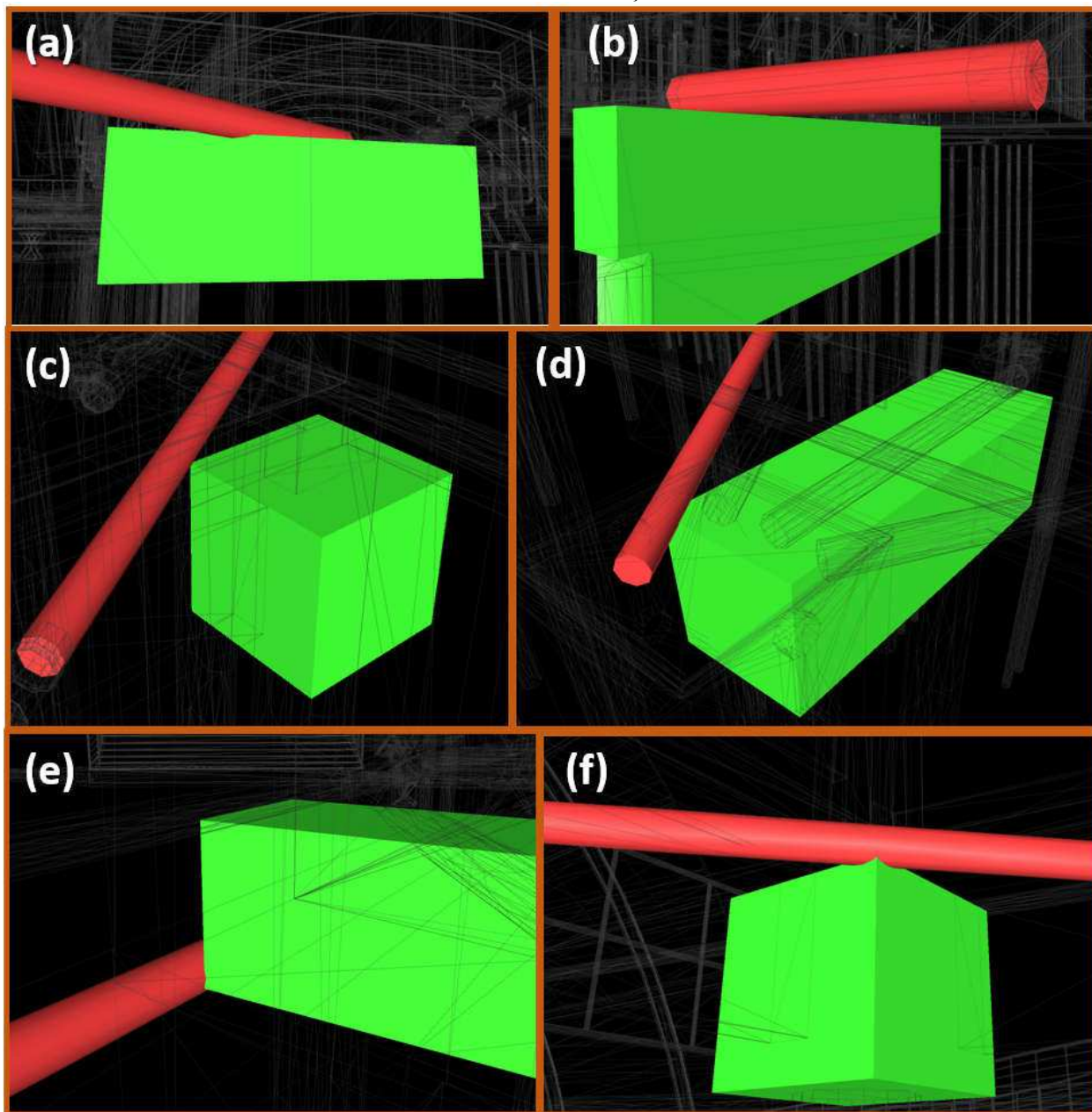


Fonte: Autor (2018)

Portanto, o projeto modelado com base no terceiro caminho de execução será considerado para a análise dos resultados. Constatou-se 6 conflitos entre vigas baldrame e tubulação e alguns dos conflitos podem ser vistos pela Figura 54. Foi verificado que os conflitos se configuram interferências rasas, isto é, uma pequena parte de um elemento está conflitando com uma pequena parte do outro elemento, conforme apresentam as Figuras 55a e 55b. Aparentemente, os conflitos

mostram-se de fácil resolução, como o ajuste da inclinação das tubulações ou o reposicionamento das mesmas. Os conflitos encontrados entre tubulações e blocos de fundação (cinco conflitos) igualmente mostram-se ter fácil solução, devendo somente ajustar o posicionamento das tubulações (Figuras 55c, 55d, 55e e 55f).

Figura 55 – Exemplo de interferências (a e b) entre vigas baldramas e tubulações e (c, d, e e f) entre blocos de coroamento e tubulações



Fonte: Autor (2018)

b) Tubulações verticais e horizontais × Vigas pavimento superior – academia

Ao executar a conferência de conflitos entre as tubulações e as vigas da academia, obteve-se 19 interferências entre os projetos (Figura 56). Algumas das interferências são referentes às tubulações que ligam o nível do térreo com o nível da academia (Figura 57). De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, furos que atravessam as vigas na direção da altura devem satisfazer as condições estabelecidas na seção 21.3.3 da norma. Segundo o documento, a redução da capacidade portante ao cisalhamento deve ser verificada. Ao analisar o projeto estrutural, não há indicações que os locais em que há tubulações cortando a estrutura foram verificadas quanto à redução da capacidade portante ao cisalhamento.

Figura 56 - Interferências encontradas entre tubulações e vigas superiores (academia)

Clash Detective									
Tubulação e Vigas Superiores									
Last Run: Sunday, May 13, 2018 2:57:11 PM									
Clashes - Total: 19 (Open: 19 Closed: 0)									
Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved		
Tubulação e Vigas Superiores	Done	19	19	0	0	0	0		
CI/CA e Fundação	Done	9	9	0	0	0	0		
Tubulação e Baldrame	Done	6	6	0	0	0	0		
Tubulação e Blocos	Done	5	5	0	0	0	0		

Add Test	Reset All	Compact All	Delete All	Update All
----------	-----------	-------------	------------	------------

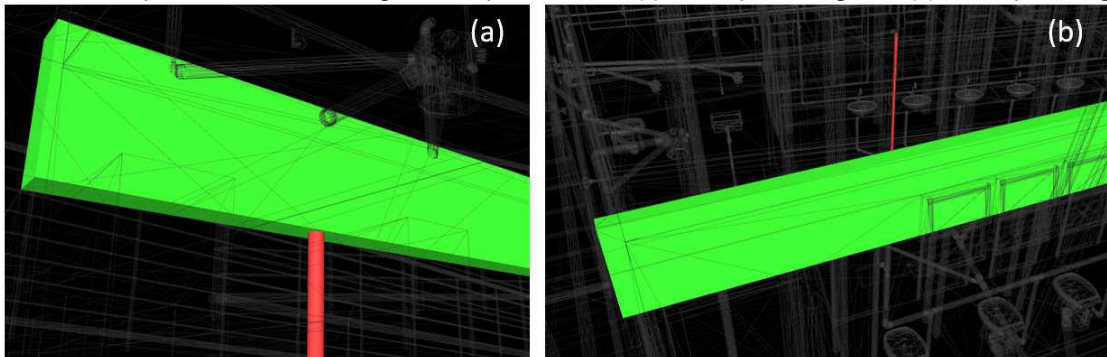
Rules	Select	Results	Report
-------	--------	---------	--------

New Group	Assign	None	Re-run Test
-----------	--------	------	-------------

Name	Status	Level	Grid Int...	Found	Approved...	Approved	Descriptio
Clash1	New	02.5-Fin...	5(25)-6(7)	14:57:11 13-05-2018			Hard
Clash2	New	02.5-Fin...	5(20)-7(-...	14:57:11 13-05-2018			Hard
Clash3	New	02.5-Fin...	5(8)-6(9)	14:57:11 13-05-2018			Hard

Fonte: Autor (2018)

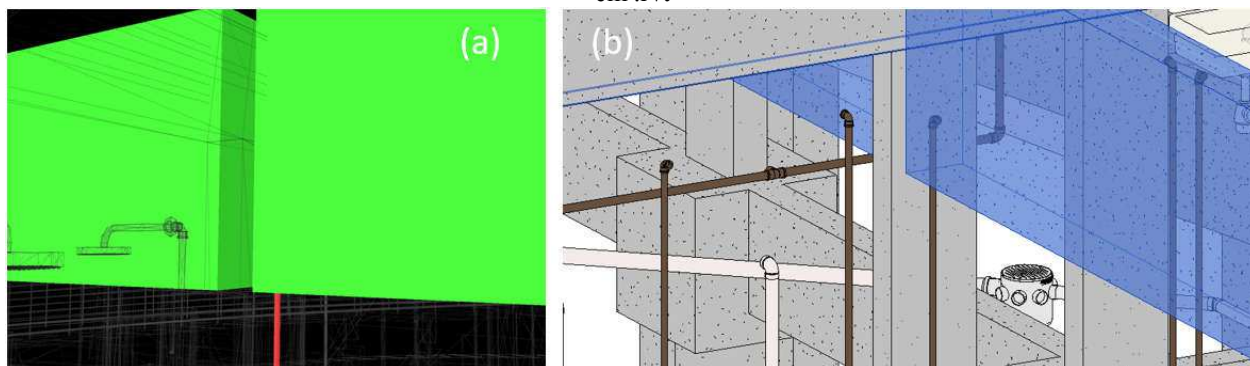
Figura 57 - Tubulações atravessando a viga na direção da altura: (a) tubulação de esgoto e (b) tubulação de água fria



Fonte: Autor (2018)

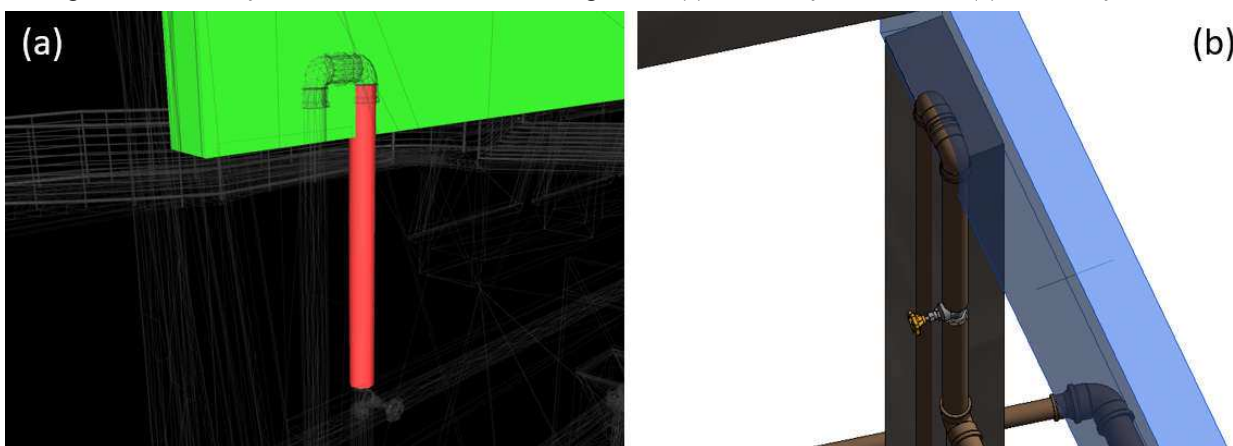
Também foram encontradas interferências entre vigas e tubulações que alimentam chuveiros (Figura 58) e entre vigas e colunas de água fria que alimentam um determinado conjunto de elementos hidráulicos (Figura 59). No primeiro caso, é provável que o chuveiro tenha sido deslocado até o ponto que não estivesse coincidindo com a projeção da viga. No segundo caso, a solução mais provável é redução da altura das colunas de água.

Figura 58 - Interferência tubulação que alimenta chuveiro com a viga V4: (a) visualização em .nwd e (b) visualização em .rvt



Fonte: Autor (2018)

Figura 59 - Tubulação AF-06 conflitando com a viga V11: (a) visualização em .nwd e (b) visualização em .rvt



Fonte: Autor (2018)

c) Tubulações verticais e horizontais × Pilares

Verificando os componentes tubulações e pilares, foram constatadas 33 interferências, conforme apresenta a Figura 60. A visualização dessas interferências *in loco* é limitada visto que a tubulação já está toda embutida na alvenaria. Constatou-se dois tipos de conflitos: tubulações verticais passando pelos pilares (Figura 61) e tubulações horizontais passando pelos pilares (Figura 62). A

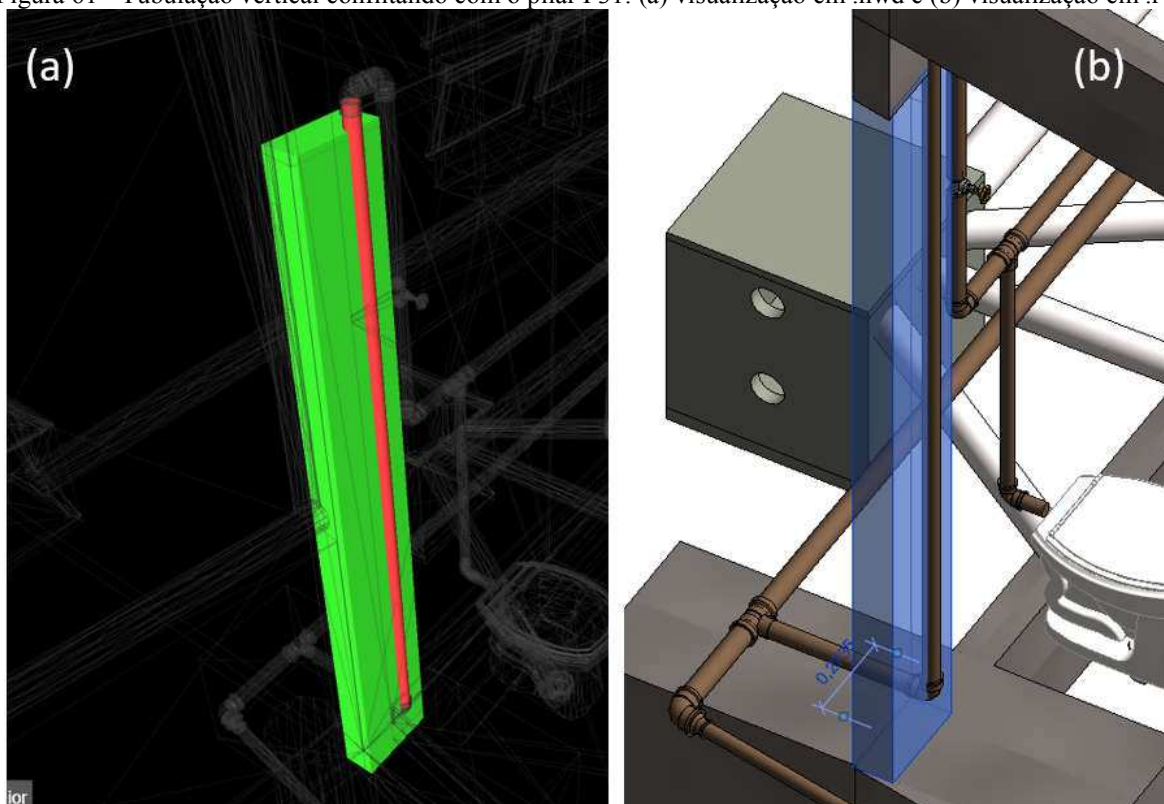
ABNT NBR 6118:2014 não prevê casos de furos em pilares. Sendo assim, as interferências encontradas devem ser evitadas de alguma forma. Para as tubulações horizontais conflitando com os pilares, é possível que estas sejam posicionados na face do pilar e não dentro do mesmo. Já as tubulações verticais embutidas nos pilares podem ser deslocadas até não coincidirem mais com os elementos estruturais.

Figura 60 - Quantidade de interferências encontradas entre tubulações e pilares

Clash Detective						
Tubulação e Pilares						
	Name	Status	Clashes	New	Active	Re
	Tubulação e Pilares	Done	33	33	0	0

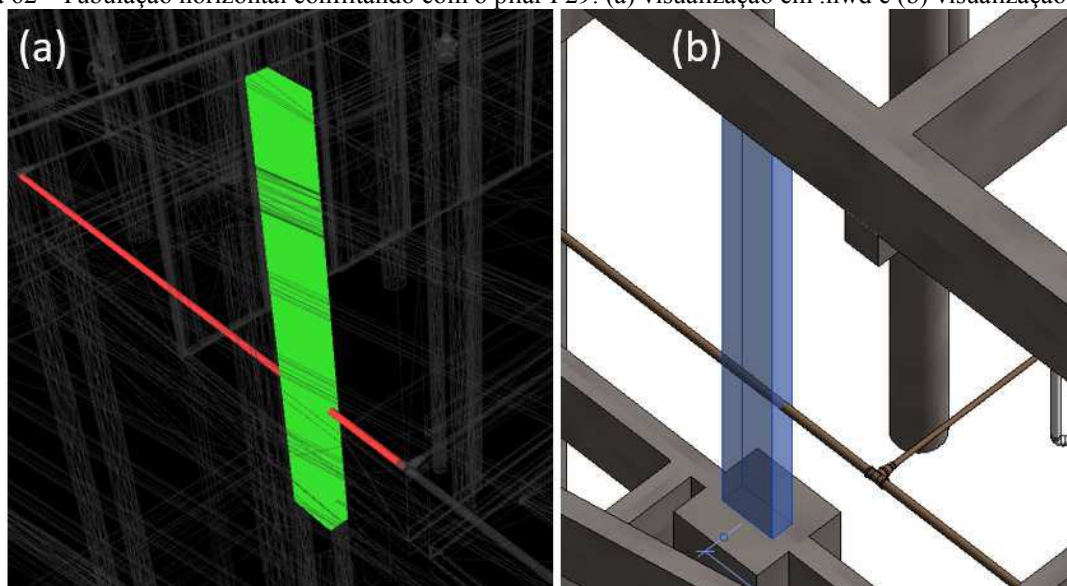
Fonte: Autor (2018)

Figura 61 - Tubulação vertical conflitando com o pilar P31: (a) visualização em .nwd e (b) visualização em .rvt



Fonte: Autor (2018)

Figura 62 - Tubulação horizontal conflitando com o pilar P29: (a) visualização em .nwd e (b) visualização em .rvt



Fonte: Autor (2018)

d) Caixa de Inspeção e Caixa de Areia × Fundação

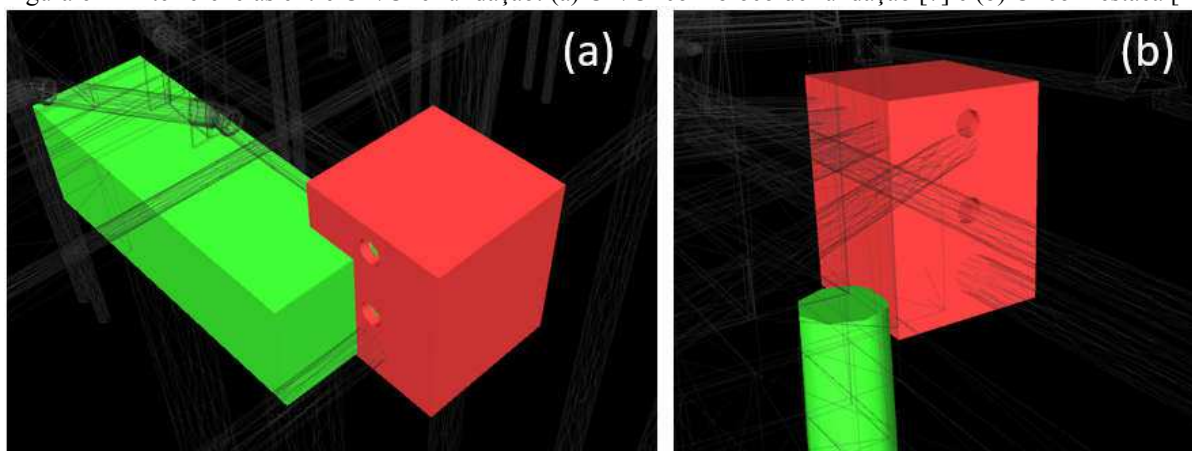
Foram encontradas nove interferências entre as caixas de inspeção (CI) e caixas de areia (CA) com a fundação, como lista a Figura 63. Das 9 interferências, 7 são conflitos entre CA ou CI e blocos de fundação e 2 são interferências entre CI e estacas (Figura 64). Visto que a posição das caixas de inspeção e de areia não é algo tão rígido que não possa ser modificado, estas interferências não se mostram difícil de se resolver. As caixas de inspeção e de areia são moldadas *in loco* durante a execução. Moldá-las após executar as fundações garante que aquelas não ocupem o mesmo lugar que estas. A única preocupação que se deve ter é de averiguar se a mudança de posição das caixas acarreta um aumento significativo no comprimento da tubulação de tal forma que a cota final do tubo seja inferior à cota de fundo da próxima caixa. Neste caso, é necessário que a próxima caixa seja executada com profundidade maior e, por consequência, as caixas subsequentes também devem ter profundidade aumentadas.

Figura 63 – Listagem das interferências encontradas entre CA/CI e fundação

Clash Detective							
CI/CA e Fundação				Last Run: Sunday, Ma			
				Clashes - Total: 9			
Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	
CI/CA e Fundação	Done	9	9	0	0	0	

Fonte: Autor (2018)

Figura 64 - Interferências entre CA/CI e fundação: (a) CA/CI com bloco de fundação [7] e (b) CI com estaca [2]



Fonte: Autor (2018)

6.3.2 Projeto Estrutural × Projeto Arquitetônico

a) [Pilares] × [Portas]

Após executar os testes entre portas e pilares, foram verificadas três interferências (Figura 65). Duas interferências são referentes aos conflitos entre as portas dos vestiários 02 e 04 e os pilares P24 e P23, respectivamente (Figura 66). Pelo projeto arquitetônico, a distância da parte externa da edificação até as portas é de aproximadamente 22 centímetros, enquanto os pilares apresentam 30 centímetros na direção da maior dimensão (Figura 67). A solução verificada *in loco* foi o deslocamento das portas. Verificou-se que as portas foram instaladas a 40 centímetros da face externa da edificação.

Figura 65 - Listagem de interferências entre pilares e portas

Clash Detective

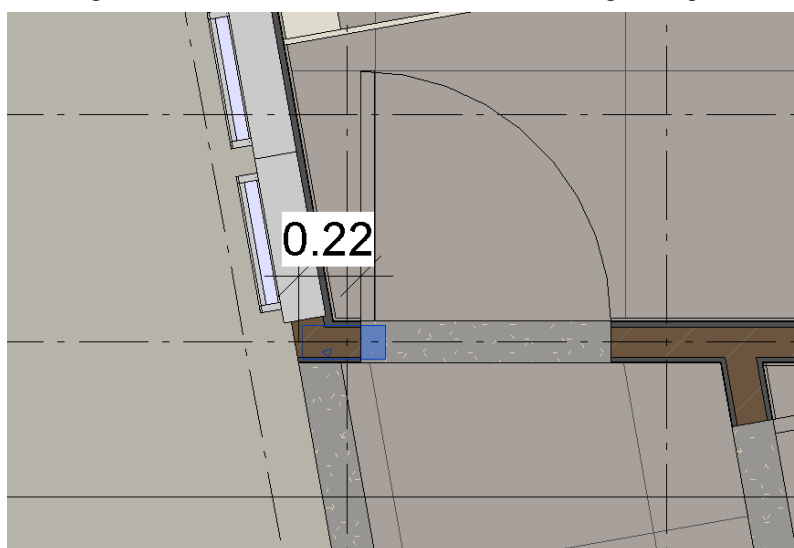
Portas e Pilares Last Run: Sunday, Ma

Clashes - Total: 3

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved
Tubulação e Baldrame	Done	6	6	0	0	0
Tubulação e Blocos	Done	5	5	0	0	0
Portas e Pilares	Done	3	3	0	0	0

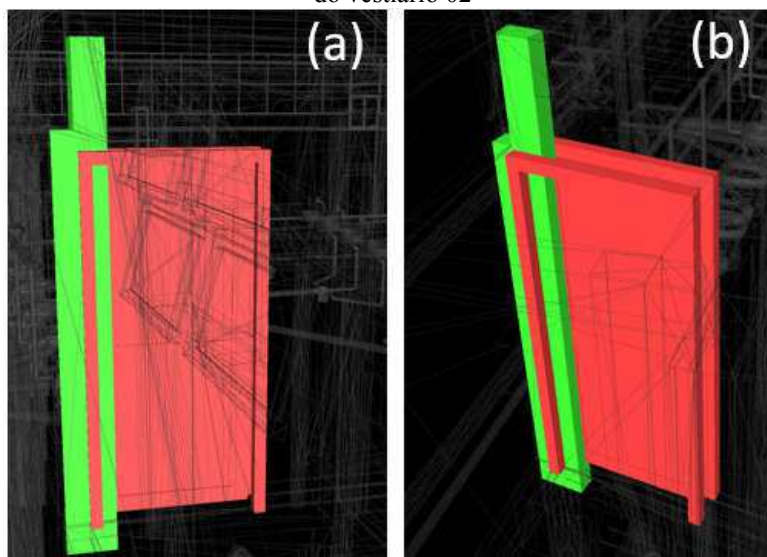
Fonte: Autor (2018)

Figura 66 - Pilar destacado em azul invadindo a região da porta



Fonte: Autor (2018)

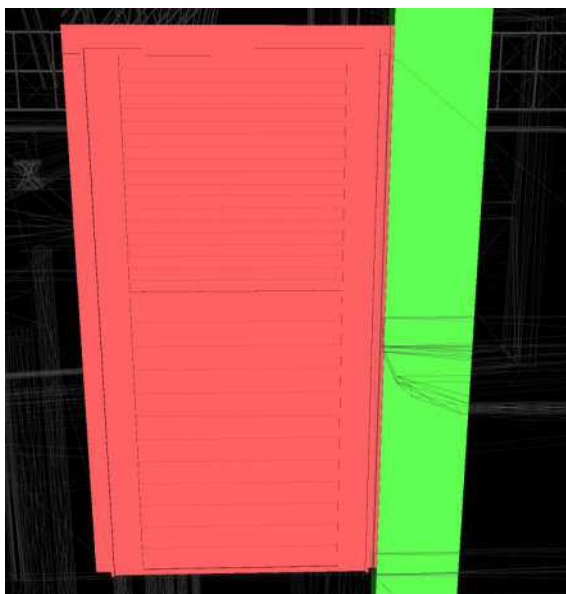
Figura 67 - Interferência dos pilares: (a) P23 com a porta de acesso do vestiário 04 e (b) P24 com a porta de acesso do vestiário 02



Fonte: Autor (2018)

A outra interferência acusada não foi confirmada. Ou seja, na realidade não há incompatibilidade entre pilar e porta. Contudo, a ferramenta acusou a existência de conflito entre os elementos (Figura 68). Isso se deu em razão do tipo de porta utilizado para a modelagem. Os elementos da estrutura da porta utilizada na modelagem ocupam mais espaço a ponto de invadir ligeiramente o pilar. Sendo assim, esta interferência mostra-se como uma falha do tipo de porta usada ou limitação de modelagem e não, de fato, falha dos projetos originais.

Figura 68 - Falsa interferência acusada pela ferramenta Navisworks



Fonte: Autor (2018)

b) Vigas × Janelas

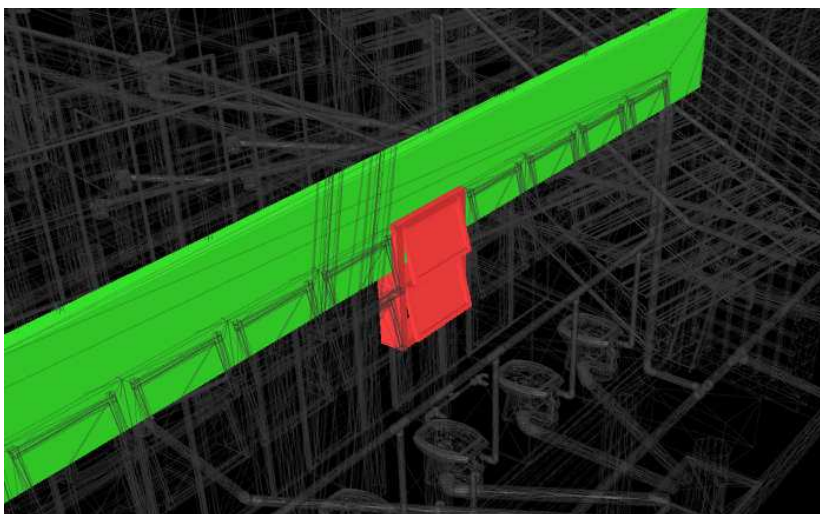
O programa acusou 22 interferências entre as janelas e as vigas (Figuras 69 e 70). Entretanto, obteve-se este número elevado devido à forma que as janelas foram modeladas. Segundo o projeto arquitetônico, há quatro janelas, sendo elas de três tipos: 1×J1 (22 unidades 60 cm×40 cm), 2×J2 (18 unidades 60 cm×40 cm) e 1×J3 (28 unidades 60 cm×40 cm). Ao se modelar, criou-se 2 unidades de janelas 60 cm×40 cm, as quais foram combinadas até obter a forma exata das janelas do projeto original. Sendo assim, conclui-se que há, na verdade, oito interferências entre janelas e vigas, as quais são apresentadas no Quadro 5.

Figura 69 - Listagem interferências entre vigas e janelas

Clash Detective							
Janelas e Vigas Superiores				Last Run: Sunday, Ma			
				Clashes - Total: 22			
	Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved
	Tubulação e Baldrame	Done	6	6	0	0	0
	Tubulação e Blocos	Done	5	5	0	0	0
	Portas e Pilares	Done	3	3	0	0	0
	Janelas e Vigas Superiores	Done	22	22	0	0	0

Fonte: Autor (2018)

Figura 70 - Interferência entre viga e janela acusada pela ferramenta Navisworks



Fonte: Autor (2018)

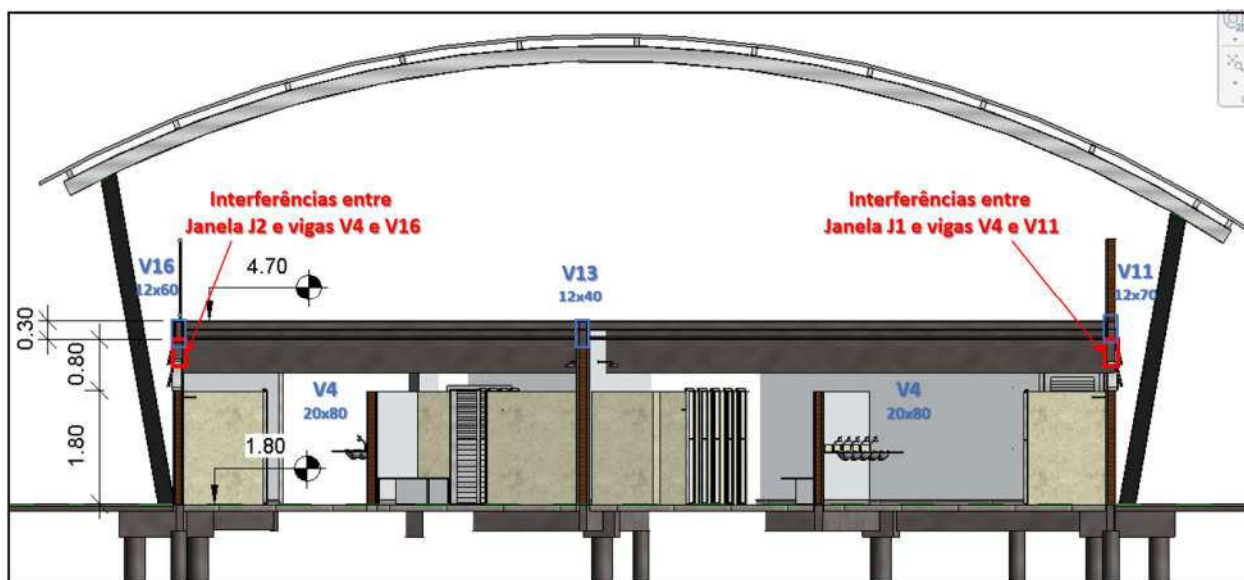
Quadro 5 - Resumo das interferências entre as janelas e as vigas superiores

Número da interferência	Descrição da Interferência
1	Janela J2 (vestiário 01) × Viga V16 (12cm×60cm)
2	Janela J2 (vestiário 01) × Viga V4 (20cm×80cm)
3	Janela J1 (vestiário 02) × Viga V11 (12cm×70cm)
4	Janela J1 (vestiário 02) × Viga V4 (20cm×80cm)
5	Janela J2 (vestiário 03) × Viga V11 (12cm×70cm)
6	Janela J2 (vestiário 03) × Viga V7 (20cm×60cm)
7	Janela J3 (vestiário 04) × Viga V16 (12cm×60cm)
8	Janela J3 (vestiário 04) × Viga V8 (12cm×50cm)

Fonte: Autor (2018)

Realizou-se um estudo das interferências mais críticas encontradas, referentes às janelas J1 (vestiário 02) e J2 (vestiário 01) com as vigas V4, V11 e V16 (Figura 71). Pode-se aferir, pelas informações da Figura 71, que a distância total de piso a piso é de 2,90 metros, a altura do peitoril das janelas é de 1,80 metros e a altura da janela é de 0,80 metros. Com isso, restariam somente 0,30 metros restantes entre o topo da janela e o piso acabado da academia. Contudo, como apresenta o projeto estrutural de concreto armado, há vigas que coincidem com a região das janelas com altura maior que 0,30 metros, como as vigas V16 (com 0,60 metros de altura), V11 (com 0,70 metros de altura) e V4 (com 0,80 metros de altura). A posição e as dimensões das vigas são apresentadas no Anexo B.

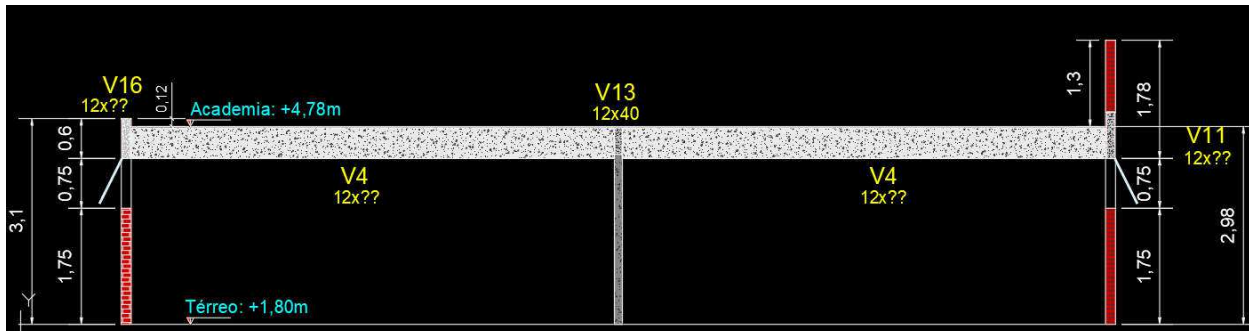
Figura 71 - Identificação das vigas e janelas para os casos mais críticos de interferências



Fonte: Autor (2018)

Entretanto, ao realizar medições *in loco* do bloco construído, constatou-se diferenças nas medidas em relação aos projetos originais (Figura 72). Primeiramente, a distância de piso a piso constatado foi de 2,98 metros, 0,08 metro maior que a distância prevista pelo projeto arquitetônico. Ademais, verificou-se que a altura do peitoril da janela é de 1,75 metros, 0,05 metro menor que o previsto pelo projeto arquitetônico. A seguir, foi constatado que a altura da janela executada é de 0,75 metro, 0,05 metro menor que a altura da janela estipulado pelos projetos originais. Por fim, verificou-se que há um rodapé de alvenaria ao longo do contorno da academia, aonde foi executado guarda-corpo metálico, com altura de aproximadamente 0,12 metro.

Figura 72 - Medições constatadas no bloco construído



Fonte: Autor (2018)

Desta forma, tem-se que a distância entre o topo da janela e o piso acabado da academia é aproximadamente 0,38 metro. Não é possível saber somente visitando o bloco construído se as vigas V16 e V11 apresentam 0,38 metro de altura ou se foram executadas como vigas semi-invertidas com alturas maiores que 0,38 metro. A viga V4 não apresenta 0,80 metro de altura, pois foi executado nos vestiários forro de PVC no mesmo nível do topo das janelas. Portanto, é provável que as interferências encontradas durante a execução tenham sido contornadas com soluções elaboradas juntamente com o responsável pelo cálculo estrutural; entretanto, essas resoluções não foram atualizadas nos projetos.

6.3.3 Resumo das interferências encontradas

Analisando os números de interferências obtidos em uma visão geral, percebe-se que os projetos originais do estudo de caso apresentam uma quantidade considerável de conflitos. A verificação entre os modelos estrutural e hidrossanitário, conforme o primeiro modelo hidrossanitário elaborado, apontou numerosos conflitos, conforme apresenta o Gráfico 1. Percebe-se que 63% dos conflitos, que representa 104 casos de interferências, é referente somente aos elementos tubulações, vigas baldrame e blocos de coroamento. Sendo assim, a identificação desse problema no início da execução da obra exige um esforço considerável em busca de solucionar a incompatibilização entre projetos na fase da obra, sendo que tal esforço deveria ter sido desempenhado na fase de estudo e elaboração dos projetos.

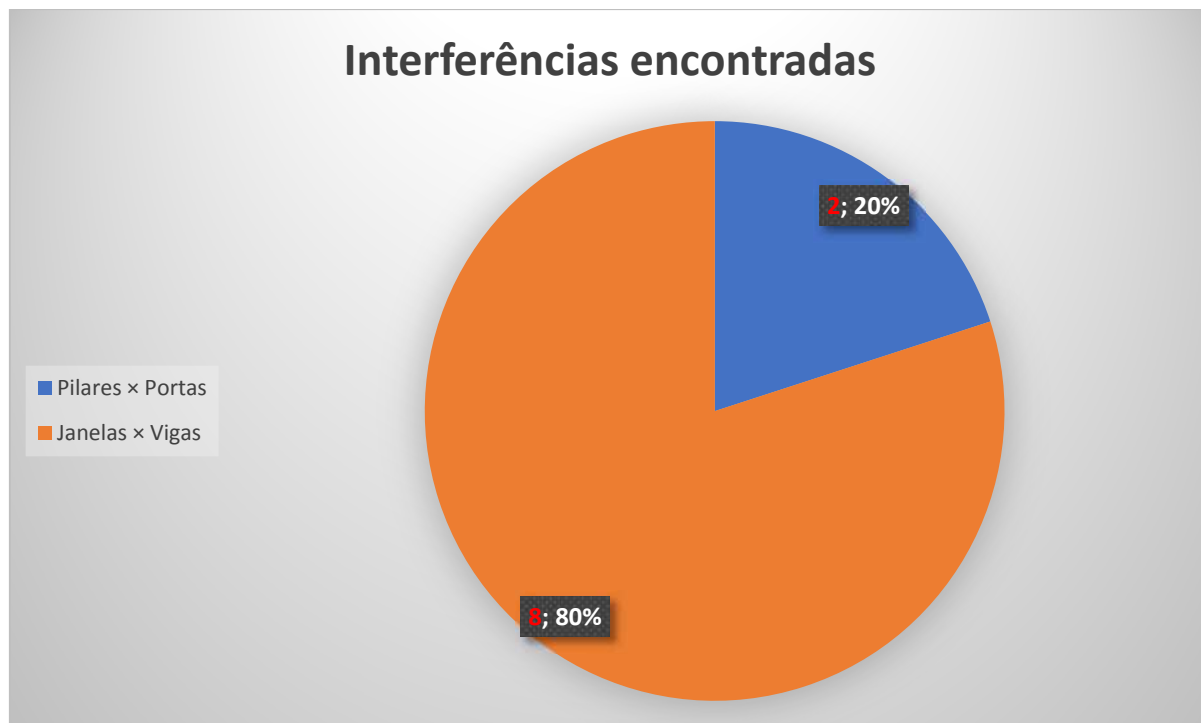
Gráfico 1 - Interferências encontradas entre os modelos estrutural e hidrossanitário



Fonte: Autor (2018)

A verificação de interferências entre os modelos estrutural e arquitetônico apresentou quantidade de conflitos (Gráfico 2) bem menor que a primeira verificação (Gráfico 3). Entretanto, ao estudar as incompatibilidades, percebe-se que número de conflitos não necessariamente indica o pior caso. Como exemplo disso, tem-se os conflitos entre as vigas e janelas do pavimento térreo, que totalizaram em 8 casos. Apesar de ser um número menor que os obtidos na primeira verificação (estrutural × hidrossanitário), a gravidade dos conflitos apresenta ser mais intensa. As vigas conflitando com as janelas necessariamente exige que se modifique ou o projeto arquitetônico ou o projeto estrutural ou ambos. Desta forma, o responsável pela execução possivelmente contatou os projetistas das disciplinas arquitetura e estrutura para discutir soluções que já deveriam existir. Assim, observa-se que problemas graves de incompatibilidade atrasam a execução da obra e podem também comprometer a qualidade da mesma.

Gráfico 2 - Interferências encontradas entre os modelos estrutural e arquitetônico



Fonte: Autor (2018)

Gráfico 3 - Visão geral das interferências encontradas na verificação Estrutural x Hidrossanitário e Estrutural x Arquitetônico



Fonte: Autor (2018)

7 CONCLUSÃO

Diante do exposto, fica evidente que o uso de BIM traz grandes benefícios na elaboração e avaliação de projetos. Primeiramente, pôde-se perceber que o uso de BIM auxilia na verificação da qualidade dos projetos elaborados, isto é, se os mesmos apresentam informações coerentes e detalhes suficientes. Após a avaliação do projeto arquitetônico original do estudo de caso, foram identificadas, por exemplo, informação incorreta na tabela de esquadrias do projeto arquitetônico. Em relação ao projeto estrutural, detectou-se anotação equivocada de numeração de pilares em diferentes plantas do projeto estrutural. Ainda no projeto estrutural, verificou-se que o projeto de estrutura de concreto da rampa não considerou o correto tamanho da rampa que liga o pavimento térreo ao pavimento da academia, conforme indicado no projeto arquitetônico. Em relação ao projeto hidráulico, constatou-se informações incoerentes sobre a localização de um registro de gaveta entre a planta baixa e vistas do projeto. Ademais, observou-se a falta de indicação de tubulação que alimenta um chuveiro. Todas essas informações inconsistentes e em falta sugerem pontos de carência de qualidade dos projetos.

Outro benefício destacado neste estudo foi a eficiência e a eficácia do uso de BIM na previsão de interferências. Após modelados os projetos, a identificação das interferências foi realizada de forma rápida e descomplicada. Verificou-se, em primeiro momento, que havia 165 interferências entre os modelos estrutural e hidrossanitário. Os conflitos encontrados foram localizados rapidamente e destacados em vistas tridimensionais pela ferramenta, o que facilitou o entendimento dos problemas. A verificação entre os modelos estrutural e arquitetônico encontrou 10 conflitos, sendo que 8 deles, relativos a interferências entre vigas e janelas, foram identificados como conflitos graves.

Com isso, tem-se a corroboração de que o uso de tecnologia BIM facilita o trabalho de previsão e compreensão de conflitos. Ainda, pôde-se perceber que a visualização tridimensional dos conflitos identificados em BIM colabora na decisão de soluções para os mesmos. Mesmo que não se execute um processo em que se obtenha o *clash avoidance*, conforme apresenta o BSI PAS 1192-3 (2013), executar a varredura de conflitos com o uso de BIM, somente após a elaboração dos projetos das diferentes disciplinas (*clash detection*), apresenta-se mais vantajoso em relação aos processos tradicionais de compatibilização de projetos.

A presente pesquisa foi realizada com base em projetos de uma obra pública. Sendo assim, tem-se mais um indício que o uso de BIM pode ajudar na fiscalização de obras públicas. É importante exigir que os projetos a serem utilizados em futuras licitações sejam elaborados em BIM. Seguindo essa linha de mudança, também é importante exigir que as empresas concorrentes de licitações tenham experiência em ferramentas BIM. Desta forma, uma parceria entre o contratante e o contratado poderia ser criada a fim de estabelecer o uso de BIM e as responsabilidades de cada parte envolvida. Neste sentido, as interferências poderiam ser detectadas antes do início da obra de forma rápida e eficiente e reuniões entre as partes envolvidas seriam realizadas a fim de adotar as melhores soluções. O contratado, portanto, não precisaria dedicar tanto tempo em problemas de incompatibilidade entre projetos; e o contratante, desta forma, teria maiores garantias de evitar problemas de atrasos da entrega da obra e de imprevistos orçamentários devido às interferências descobertas durante a execução da obra.

REFERÊNCIAS

AKPONEWARE, Anderson O.; ADAMU, Zulfikar A. **Clash Detection or Clash Avoidance? An Investigation into Coordination Problems in 3D BIM**. Buildings 2017, 21 ago. 2017, 7(3), 75. Disponível em: < <http://www.mdpi.com/2075-5309/7/3/75>>. Acesso em: 08 mai. 2018.

American Institute of Architects. **E203-2013 Building Information Modeling and Digital Exhibit**. American Institute of Architects, 2013a. Disponível em <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisito gerais**. Rio de Janeiro, p. 60. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 238. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, p. 74. 1999.

Australian Construction Industry Forum; Australasian Procurement and Construction Council. **BIM Knowledge and Skills Framework: An Introduction**. Strategic Forum for the Australasian Building and Construction Industry, Australia, mar. 2017. Disponível em: <http://www.apcc.gov.au/SiteAssets/SitePages/BIM%20Knowledge%20and%20Skills%20Framework/BIM%20Knowledge%20and%20Skills%20Framework_IntroductoryExplanation.pdf>. Acesso em 30 jan. 2018.

Autodesk. **Navisworks: Software de revisão de projetos para os profissionais de AEC**. Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

Autodesk. **What does Revit do?** Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/revit-family/overview#>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras**. 2009. 115p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

BARBOSA, Ana Cládia Monteiro. **A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático: Construção de uma ETAR na Argélia.** 2014. 156p. Dissertação de Mestrado – Instituto Superior em Engenharia do Porto, Porto, Portugal.

BARONI, Larissa Leiros. **As vantagens da plataforma BIM incluem todo o ciclo de vida do edifício, desde os estudos de viabilidade até a demolição.** PINI Web, ed 208, jul. 2011. Disponível em <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/vale-a-pena-migrar-224372-1.aspx>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

BELK, Abram. **BIM – Um Novo Paradigma: Vantagens, Desvantagens e Dificuldades.** Disponível em: < <http://www.tqs.com.br/suporte-e-servicos/biblioteca-digital-tqs/92-bim/242-bim-um-novo-paradigma-vantagens-desvantagens-e-dificuldades-12o-enece>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

BIMForum. **Level of Development Specification Guide Cover.** 2016. Disponível em: <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2016/07/LOD-COVER-2016-APR_Working_rev-B.jpg>. Acesso em: 01 fev. 2018.

BIMForum. **Level of Development Specification Guide.** 2017. Disponível em: <<http://bimforum.org/lod/>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

BRAGA, Paula Rodrigues. **Levantamento de Quantitativos com o Uso da Tecnologia BIM.** 2015. 130p. Monografia – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mai. 2018. Seção 1, p 3.

BRASÍLIA. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei PL 6619/2018. Dá nova redação ao § 1º do art. 7º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer a obrigatoriedade do sistema de modelagem da informação da construção, identificado pela sigla inglesa BIM – Building Information Model, na confecção de projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2120016>>. Acesso em: 03 jul. 2018

British Standards Institute. **PAS 1192-2:2013 – Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling**. *BSI Standards Limited*: Londres, Reino Unido. 2013.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **10 motivos para evoluir com o BIM**. Brasília. 2016. Disponível em: <http://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Guia_10%20Motivos_para%20Evoluir_o_BIM.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Volume 1 – Fundamentos BIM**. Brasília. 2016. Disponível em: <<http://cbic.org.br/inovacao/2017/10/18/coletanea-bim/>>. Acesso em: 28 jan. 2018.

CAPIOTTI, Laura Jaskulski. **Vantagem do Uso de Modelagem BIM 4D e 5D no Planejamento e Controle da Produção Aplicado ao Setor da Construção Civil**. 2015. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CICHINELLI, Giseli. BIM na baixa renda: **A biblioteca BIM do Ministério do Desenvolvimento ainda é pouco usada no mercado; saiba como - e em quais casos - usá-la**. 2012. Revista Construção Mercado. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/126/bim-na-baixa-renda-a-biblioteca-bim-do-ministerio-282596-1.aspx>>. Acesso em 27 mai. 2018.

COELHO, Karina Matias. **A Implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. 2017. 286p. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo.

COMUNICA UFU. **Inauguração do Centro Esportivo Universitário ocorre nesta terça**. 2016. Disponível em: <<http://www.comunica.ufu.br/noticia/2016/03/inauguracao-do-centro-poliesportivo-universitario-ocorre-nesta-terca>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

EADIE Roberti *et al.* **BIM Implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis**. *Automation in Construction*, v. 36, p. 145-154, 2013.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FEITOSA, Artur. **Entraves técnicos e dificuldades de uma implantação BIM.** BIMExperts, jul. 2016. Disponível em: <<http://bimexperts.com.br/entraves-tecnicos-e-dificuldades-de-uma-implantacao-bim/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

FERREIRA, Júlia Borges Pires. **Análise do cenário de implantação do BIM em obras e projetos de arquitetura, engenharia, construção e operação no governo brasileiro e estrangeiro.** 2017. 79p. Monografia de Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GOOGLE EARTH PRO. **18°55'9.49"S. 48°15'23.39"W.** Acesso em: 28 mai. 2018.

Governo de Santa Catarina. **Caderno de apresentação de projetos em BIM.** 2014. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: 27 mai. 2018.

KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **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: 26 mai. 2018.

MACIEL, Marcelo Augusto Costa. **Dificuldades para a Implantação de Softwares Integradores de Projeto (BIM) por Usuários da Cidade de Aracaju / Sergipe.** 2014. 99p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju.

MATOS, Cleiton Rocha de. **O Uso do BIM na Fiscalização de Obras Públicas.** 2016. 112p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal.

MCAULEY, Barry; HORE, Alan; WEST, Roger. **BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme.** 2017. Construction IT Alliance (CitA) Limited, Dublin, Irlanda. Disponível em: <<https://arrow.dit.ie/beschrecrep/17/>>. Acesso em: 27 mai. 2018.

McGraw Hill Construction. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building**

Information Modeling. 2014. Disponível em: <https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2018.

MILLS, Fred. **What is 4D BIM?** THE BIM, jan. 2016. Disponível em: <<https://www.theb1m.com/video/what-is-4d-bim>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

MENEGATTI, Bruna. **Compatibilização de Projeto Arquitetônico e Estrutural de uma Residência Unifamiliar com Auxílio da Plataforma BIM.** 2015. 92p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

MORAES, Marcelo. **Do CAD ao BIM, uma breve explicação.** PNM Tecnologia, nov. 2017. Disponível em: <<https://www.pnmtecnologia.com/single-post/2017/11/14/Do-CAD-ao-BIM-uma-breve-explica%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 30 jan. 2018.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. **Compatibilização de Projetos de Edificações.** 2015. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

National BIM Standard-United States. **ABOUT THE NATIONAL BIM STANDARD-UNITED STATES®.** Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/about>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

NUNES, Nivalda da Costa *et al.* **Implantação da Plataforma BIM: Vantagens e Desvantagens.** 2017. X Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Disponível em <http://www.unifimes.edu.br/admin/siterapido/uploads/semana/xii_semana/artigos/engenharias_tecnologias/IMPLANTAC%CC%A7A%CC%83O%20DA%20PLATAFORMA%20BIM%20-%20VANTAGENS%20E%20DESVANTAGENS.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.

OLIVEIRA, Alisson. **BIM e os níveis de desenvolvimento.** 2015. Disponível em: <<http://bimexperts.com.br/bim-e-os-niveis-de-desenvolvimento/>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

OLIVEIRA, João Pedro Costa. **Normalização BIM: Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos.** 2016. 72p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Portugal.

PESSATO, Rosália Dors. **Acordo de cooperação técnica entre governos do Estado e do Paraná incentiva uso de tecnologia BIM.** 2014. Governo de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/desenvolvimento-social/governo-do-estado->

firma-acordo-de-cooperacao-tecnica-com-o-governo-do-parana-para-implementar-a-tecnologia-bim-nos-estados>. Acesso em: 27 mai. 2018.

PNM TECNOLOGIA. **Do CAD ao BIM, uma breve explicação.** 2017. Disponível em: <<https://www.pnmtecnologia.com/single-post/2017/11/14/Do-CAD-ao-BIM-uma-breve-explica%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

PORTAL BIM PARANÁ. **PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM DER/PR.** Disponível em: <<http://www.bim.pr.gov.br/pagina-4.html>>. Acesso em: 27 mai. 2018.

SAKAMORI, Marcelo Mino. **Modelagem 5D (BIM) - Processo de Orçamentação com Estudo Sobre Controle de Custos e Valor Agregado para Empreendimentos de Construção Civil.** 2015. 178p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TECNOLOGIA. **BIM – Building Information Modeling. 2011.** Disponível em: <<https://brunotecnologia.wordpress.com/>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

THE B1M. **What is 5D BIM?** Disponível em: <<https://www.theb1m.com/video/what-is-5d-bim>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

TONISSI, Rena Heloise de; GOES, Buschinelli de. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** 2011. 142p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

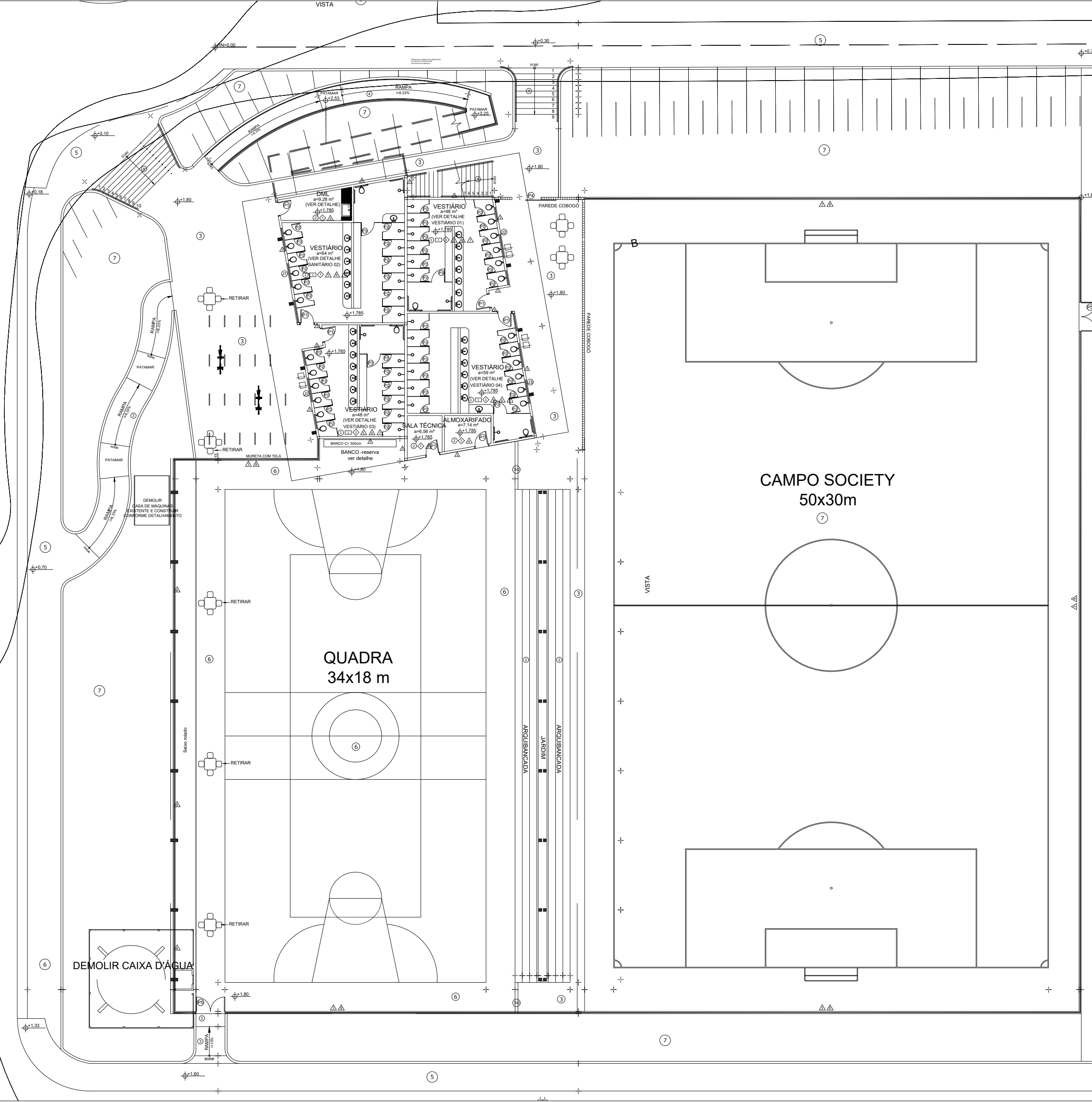
Universidade Federal de Uberlândia. **Licitações – 2011.** Disponível em: <<http://www.licitacoes.ufu.br/licitacoes/2011>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

Universidade Federal de Uberlândia. **Licitações – 2014.** Disponível em: <<http://www.licitacoes.ufu.br/licitacoes/2014>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

Universidade Federal de Uberlândia. **Inauguração do Centro Esportivo Universitário ocorre nesta terça.** 2016. Disponível em: <<http://www.comunica.ufu.br/noticia/2016/03/inauguracao-do-centro-poliesportivo-universitario-ocorre-nesta-terca>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

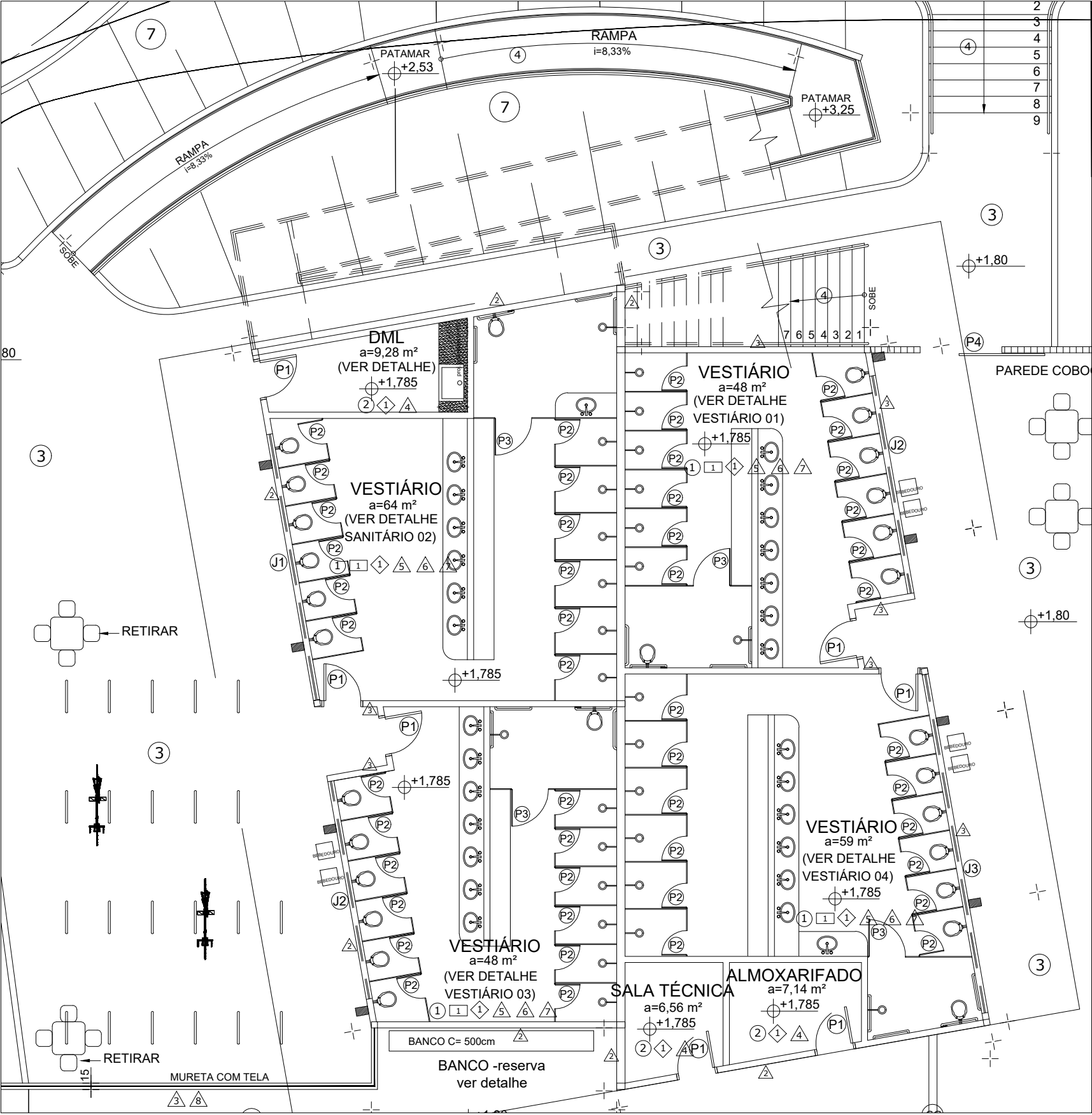
ANEXO A: PROJETO ARQUITETÔNICO

Folha 01/02



Planta Baixa Térreo

s/ escala



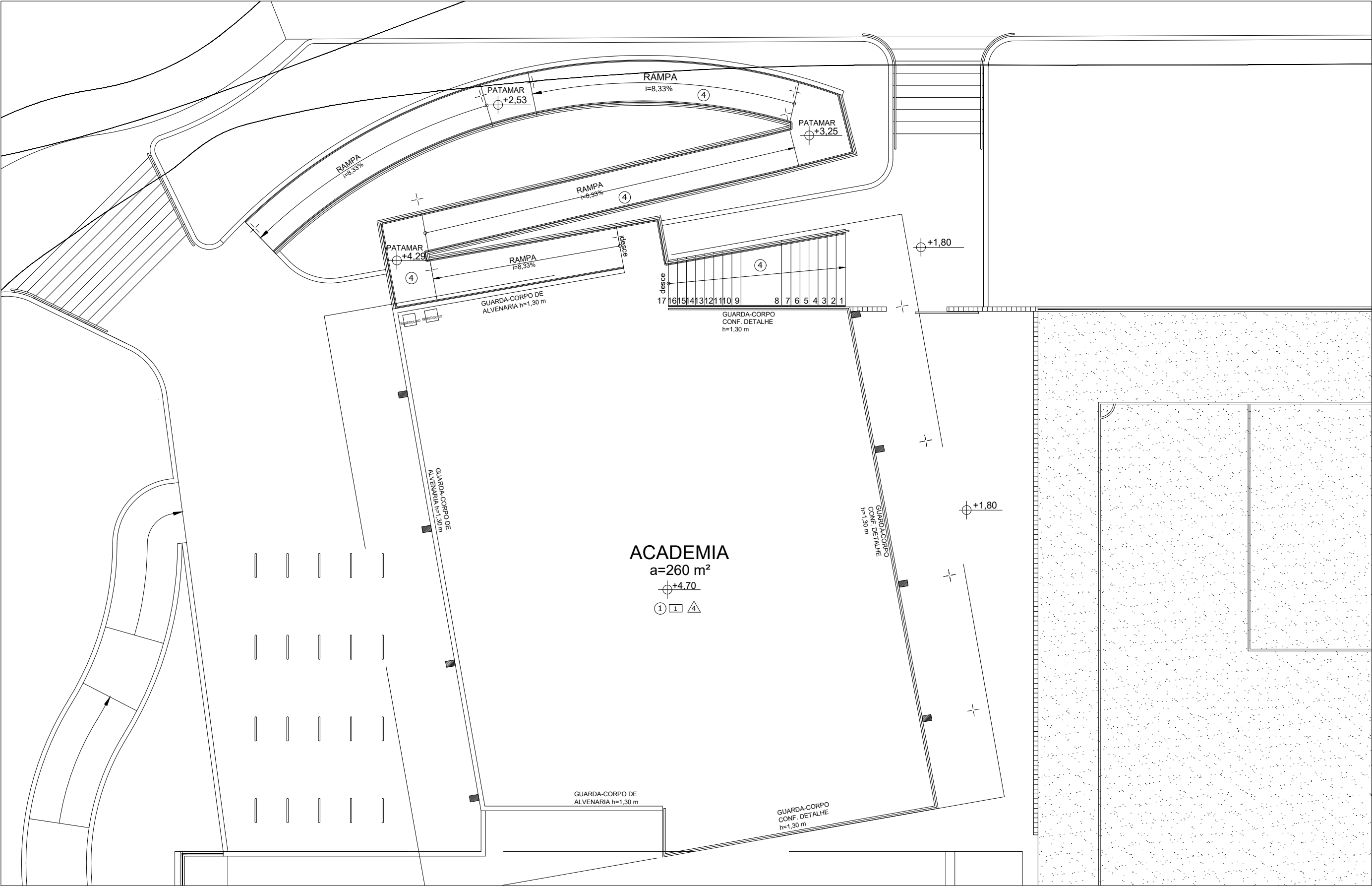
Região vestiários

s/ escala

QUADRO DE ESQUADRIAS				
NOME	DIMENSÃO	MATERIAL	TIPO	QUANT.
PORTAS				
01	90x210	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	01
02	60x180	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA COR BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	48
03	90x180	ALUMÍNIO COM VENEZIANA VENTILADA COM PINTURA ELETROSTÁTICA COR BRANCA	ABRIR - 1 FOLHA	04
04	200x210	ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	CORRER - 1 FOLHA	01
05	200x210	REQUADRO EM METALON COM PINTURA BRANCA E TELA	ABRIR - 2 FOLHAS	01
JANELAS				
01	660x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR	01
02	540x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR	02
03	840x80x180	VIDRO E ALUMÍNIO COM PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA	MÁXIMO-AR - 28 FOLHAS	01

QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES	
PISO	
AMBIENTE	DESCRIÇÃO
01	SANITÁRIOS, ACADÊMIA
02	ALMOXARIFADO
03	RECEPCIONÁRIO / CIRCULAÇÃO
04	ESCADAS / RAMPAS
05	CALÇADAS
06	QUADRA
07	ÁREAS VERDES
TETO	
AMBIENTE	DESCRIÇÃO
01	SANITÁRIOS
02	ALMOXARIFADO
03	RECEPCIONÁRIO / CIRCULAÇÃO
04	ESCADAS / RAMPAS
05	CALÇADAS
06	QUADRA
07	ÁREAS VERDES
RODAPE	
AMBIENTE	DESCRIÇÃO
01	SANITÁRIOS, ACADÊMIA
PAREDE	
AMBIENTE	DESCRIÇÃO
01	SANITÁRIOS
02	ALMOXARIFADO
03	RECEPCIONÁRIO / CIRCULAÇÃO
04	ESCADAS / RAMPAS
05	CALÇADAS
06	QUADRA
07	ÁREAS VERDES

Obs:
1 - AS SOLZEIRAS DAS PORTAS SERÃO EM GRANITO ITALIANO
2 - OS REFORÇOS DAS JANELAS SERÃO EM GRANITO ITALIANO
3 - TODAS AS BANCADAS SERÃO EM GRANITO ITALIANO



Planta Baixa Pavimento Superior (academia)

s/ escala

