

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

VERA LÚCIA CORREIA

**FERRAMENTA BIM COM REALIDADE VIRTUAL PARA
VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EXECUTADOS EM
CANTEIRO DE OBRAS**

FLORIANÓPOLIS, JULHO DE 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

VERA LÚCIA CORREIA

**FERRAMENTA BIM COM REALIDADE VIRTUAL PARA
VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EXECUTADOS EM
CANTEIRO DE OBRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana da Rosa Espíndola.

FLORIANÓPOLIS, JULHO DE 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Correia, Vera Lúcia

Ferramenta BIM com Realidade Virtual para verificação da qualidade dos serviços executados em canteiro de obras / Vera Lúcia Correia ; orientação de Luciana da Rosa Espíndola. - Florianópolis, SC, 2018.

112 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Gestão da qualidade. 2. BIM. 3. Realidade Virtual.
4. Controle de informações. I. Espíndola, Luciana da Rosa. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

**FERRAMENTA BIM COM REALIDADE VIRTUAL PARA VERIFICAÇÃO
DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EXECUTADOS EM CANTEIRO DE
OBRAS**

VERA LÚCIA CORREIA

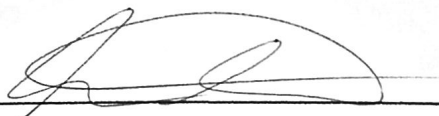
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 3 de julho de 2018.

Banca Examinadora:



Prof^a. Dr^a. Luciana da Rosa Espíndola



Prof. Dr. Alexandre Lima de Oliveira



Arquiteto Marlon Pscheidt

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Maureci Bertoldo Correia e Vilzete Maria Ferreira Correia, que sempre me apoiaram em todas as decisões que tomei e me ensinaram a ser a pessoa que sou. Meu trabalho de conclusão de curso, bem como minha graduação, se tornaram menos complicados ao saber que eles estariam ao meu lado durante esse processo. Também gostaria de agradecer a nossa cachorrinha, a Amora, por trazer ainda mais alegria para nossa casa. Agradeço, ainda, a todos os meus familiares, que em todos os momentos da minha vida acreditaram no meu potencial e estiveram ao meu lado.

Agradeço ainda ao meu namorado, Guilherme Cardoso Hickel, que me deu suporte durante todo esse trajeto, acreditando em mim em momentos que eu mesma não acreditava.

Gostaria de expressar meus agradecimentos também a minha orientadora, Professora Doutora Luciana da Rosa Espíndola, que acreditou nesse trabalho, não medindo esforços para dar todo apoio que necessitei durante esse processo. Agradeço também ao Professor Doutor Rogério de Souza Versage pelos ensinamentos durante o desenvolvimento desse trabalho. Ainda agradeço aos desenvolvedores do *software* Revizto por disponibilizarem uma licença do programa, auxiliando no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço, ainda, aos membros da banca examinadora: Professor Doutor Alexandre Lima de Oliveira, por aceitar o convite para participar dessa banca e por se mostrar sempre disposto a dividir o conhecimento que possui durante a graduação, não sendo diferente durante o desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso; e Marlon Pscheidt, por aceitar o convite para participar dessa banca e pela colaboração durante a execução desse trabalho. Gostaria, ainda, de agradecer a duas empresas: Canteiro AEC e Engenho por contribuírem com o desenvolvimento do trabalho em questão.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial ao Ramon de Souza Rosa, parceiro de todos os trabalhos durante a faculdade e que contribuiu muito para a realização do meu trabalho de conclusão de curso e Isabel Guessser por sempre acreditar em mim e no meu potencial, dando força para eu seguir em frente. Por último, mas não menos importante, agradeço ao meu amigo João Antônio Trajano por contribuir para o andamento desse trabalho.

Por fim, agradeço a todos os professores e técnicos administrativos do Departamento Acadêmico de Construção Civil, em especial a duas professoras: a primeira coordenadora do curso de Engenharia Civil do IFSC, Professora Doutora Luciana Calçada, que foi grande responsável pela criação desse curso e nunca mediu esforços para que tenhamos uma engenharia de ponta e a atual coordenadora de curso, Professora Doutora Maurília de Almeida Bastos, pela ótima orientação apoio contínuo a todos os alunos da Engenharia Civil.

RESUMO

O aumento da competitividade no setor da construção civil tem feito com que o sistema gerencial das edificações se torne cada vez mais aprimorado. Dentre os sistemas de gerenciamento existentes está a gestão da qualidade do produto final ofertado, tendo como premissa atender as necessidades do cliente de forma satisfatória. Atualmente, os sistemas de qualidade nas empresas atravessam algumas dificuldades, principalmente relacionadas à perda de informação gerada durante as vistorias em obra e problemas na comunicação entre os projetistas e executores do projeto. Portanto, são necessários mecanismos para controle e centralização das informações geradas no canteiro de obras. Para tal, vê-se no uso de ferramentas BIM uma forma de se obter o controle e a troca de informações no canteiro de obras, como ferramenta de gestão da qualidade, sendo potencializada pelo uso da Realidade Virtual para melhorar a representação dos projetos *in loco*, inserindo o usuário no ambiente em questão. Dessa forma, o presente trabalho propõe analisar a aplicação de uma ferramenta BIM com Realidade Virtual em uma edificação unifamiliar para realizar a verificação da qualidade dos seus serviços executados. Para alcançar este objetivo proposto, inicialmente, foi selecionado o *software* BIM Revizto, considerado para este caso o mais adequado para uso de Realidade Virtual no canteiro de obras. Na sequência, foram delimitados os pontos de não conformidades a serem mapeados no modelo inserido neste *software*, sendo estes: distâncias de pontos hidrossanitários e elétricos a elementos estruturais e de vedação e dimensão das aberturas de esquadrias. Estes pontos foram previamente anotados no *software* e a verificação das suas conformidades foi realizada em quatro visitas à obra mediante o uso de tecnologia portátil – *tablet*. Após, com recursos do programa, foram gerados um relatório fotográfico e uma planilha eletrônica com as informações mapeadas. Ao observar os dados gerados, verificou-se o quantitativo de pontos “de acordo” e “em desacordo” com o projeto executivo em questão. Diante de tais números, pode-se perceber a necessidade que as construções atuais tem de sistemas de controle e comunicação, porém os mesmos não estão sendo realizados de forma satisfatória. É, portanto, de grande relevância o uso de uma ferramenta BIM com Realidade Virtual para tal finalidade, sendo que a mesma ainda permite a visualização tridimensional do projeto durante a execução do mesmo.

Palavras-chave: Gestão da qualidade. BIM. Realidade Virtual. Controle de informações.

ABSTRACT

Increased competitiveness in the construction sector has made the construction management system even more improved. Among the existing systems is the quality management systems, with the premise of satisfying the customer's needs. Nowadays, the management systems in construction is not working in a good way, the information created is getting lost and the communication between designers and constructors are not satisfactory. Therefore, it is necessary the use of mechanisms to make the control and centralization of the information acquired in the construction. To this end, BIM tools are seen as a way of obtaining control and information exchange at the construction site, as a tool for quality management, being enhanced by the use of Virtual Reality (VR) to improve the representation of projects on site. Thus, the present work proposes to analyze the application of a BIM tool with VR in a single-family building to certificate the quality of the services performed in the same. This analysis started with the selection of the most appropriate BIM software with VR to construction site, Revizto. In a second moment, the list of nonconformity points, with hidrossanitary and electric installations and windows and doors positions, was created and inserted in the software. The verification of these points was accomplished through four visits performed at the construction site, using a tablet to visualize the project and insert the information obtained. At the end of the fourth visit, using Revizto, a photographic report and a spreadsheet with all the information listed were generated automatically. By using the data obtained on site, some points were verified with status "in agreement" with the project drawings, while another ones were "at odds" with the project. According to such numbers, it can be observed that the quality of systems of controlling and communication between designers and constructors is far from ideal; however, those systems are very important to the process. Therefore, the BIM technology and VR application are very important to construction field, allowing yet a tridimensional visualization of the project while it is been executed.

Key-words: Quality Management Systems. BIM. Virtual Reality. Information Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais etapas de execução de obra de edificação.....	21
Figura 2 – Requisitos do sistema de gestão da qualidade segundo o PBQP-H.....	23
Figura 3 - Modelo de ficha de verificação de serviços.....	24
Figura 4 - Fluxo de processos BIM onde os projetistas não utilizam BIM inicialmente	26
Figura 5 - Fluxo de processos com aplicação do BIM em todas as etapas.....	26
Figura 6 - Fluxo de projeto até a aplicação da realidade virtual em obras	29
Figura 7 - Fluxo de aplicação de realidade virtual na construção.....	30
Figura 8 - Softwares da Autodesk BIM 360	33
Figura 9 - Extensões do openBIM utilizadas pelo BIMSync	35
Figura 10 - Extensões utilizadas pelo Revizto	36
Figura 11 - Matriz decisão para escolha do software a ser utilizado	43
Figura 12 - Matriz decisão com pontuação para os softwares em questão.....	45
Figura 13 - Elevação frontal da residência	47
Figura 14 - Planta baixa do pavimento térreo.....	47
Figura 15 - Planta baixa do pavimento superior	48
Figura 16 - Modelo BIM da estrutura da edificação.....	50
Figura 17 - Modelo dos elementos arquitetônicos da edificação.....	50
Figura 18 - Modelo das instalações hidrossanitárias (a) e dos pontos elétricos (b) ..	51
Figura 19 - Resumo de disciplinas modeladas.....	51
Figura 20 - Inserção de modelo BIM no Revizto	52
Figura 21 - Exportação de modelo BIM para Revizto	52
Figura 22 - Real x Modelo BIM - Visita 1	54
Figura 23 - Real x Modelo BIM - Visita 2.....	55

Figura 24 - Real x Modelo BIM - Visita 2.....	55
Figura 25 - Real x Modelo BIM - Visita 3.....	56
Figura 26 – Real x Modelo BIM - Visita 3.....	56
Figura 27 - Real x Modelo BIM - Visita 4.....	57
Figura 28 - Real x Modelo BIM - Visita 4.....	57
Figura 29 - Exemplo de Tabela de Análise de Dados.....	59
Figura 30 - Exemplo de anotações de arquitetura (a) e instalações (b), no Revizto.....	61
Figura 31 - Guia "Issue Tracker".....	64
Figura 32 - Detalhe aba de informações.....	65
Figura 33 - E-mail automático para troca de informação.....	65
Figura 34 - Destaque de não conformidades alteradas.....	66
Figura 35 - Método de trabalho.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados das não conformidades geradas.....	67
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	59
Equação 2.....	60
Equação 3.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção;

BIM - *Building Information Modeling*;

BCF - *BIM Collaboration Format*;

bsDD - dicionário de dados do *BuildingSMART*;

COBie - Construction Operations Building Information Exchange;

dwg – Extensão do arquivo gerado pelo *software* Autodesk Autocad;

exe - extensão de arquivos que podem ser executados em computadores com sistema operacional *Windows*;

FVS – Fichas de verificação de serviços;

IFC - *Industry Foundation Classes*;

MEP – *Mechanical electrical and plumbing* (mecânico, elétrico e hidráulico);

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat;

PDF - *Portable Document Format*

QR Code - QR: Resposta rápida (do inglês *Quick response*); Code: Código - Código de barras bidimensional;

rvt - Extensão do arquivo gerado pelo *software* Autodesk Revit;

SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil;

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	17
1.3	OBJETIVOS	20
1.3.1	Objetivo geral	20
1.3.2	Objetivos específicos.....	20
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	20
2.2	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) APLICADO NO CANTEIRO DE OBRAS.....	24
2.3	REALIDADE VIRTUAL APLICADA À CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES...	28
2.4	TECNOLOGIAS MÓVEIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	31
2.5	SOFTWARES BIM PARA VERIFICAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES EM OBRA.....	32
2.5.1	Autodesk BIM 360	33
2.5.2	BIMAnywhere	34
2.5.3	BIMSync	34
2.5.4	BIM Track	35
2.5.5	Revizto.....	36
3	METODOLOGIA.....	37
3.1	DETERMINAÇÃO DE INDICADORES PARA SELEÇÃO DO SOFTWARE BIM	37
3.1.1	Elaboração da matriz de decisão: critérios de escolha, pontuação e pesos.	38
3.1.1.1	Critérios utilizados	38
3.1.1.2	Pontuação e pesos utilizados	42

3.1.2	Escolha do software a ser utilizado	44
3.2	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR EM CONSTRUÇÃO ADOTADA NO ESTUDO DE CASO.....	46
3.3	MODELAGEM DO PROJETO EM BIM	48
3.4	INSERÇÃO DO PROJETO MODELADO NO SOFTWARE BIM SELECIONADO	52
3.5	DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE CONFERÊNCIA DE QUALIDADE IN LOCO.....	53
3.6	VISITAS IN LOCO PARA LEVANTAMENTO DOS PONTOS.....	53
3.6.1.1	Primeira visita em obra	54
3.6.1.2	Segunda visita em obra	54
3.6.1.3	Terceira visita em obra	55
3.6.1.4	Quarta visita em obra	56
3.7	ORGANIZAÇÃO E LEITURA DOS DADOS GERADOS	57
3.7.1	Comparação entre os dados obtidos no canteiro de obras e de projeto.....	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
4.1	APLICAÇÃO DO REVIZTO PARA CONFERÊNCIA DE NÃO CONFORMIDADES	60
4.1.1	Anotação dos pontos a serem analisados no canteiro, utilizando o Revizto	60
4.1.2	Conferência dos pontos anotados	61
4.2	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS NO CANTEIRO	62
4.2.1	Documentos gerados a partir do Revizto.....	62
4.2.1.1	Relatório fotográfico.....	62
4.2.1.2	Planilha eletrônica	63
4.2.2	Troca de informações e comunicação instantânea.....	63
4.2.3	Dados de não conformidades levantados.....	67
4.3	FLUXO GERAL.....	68

5	CONCLUSÕES	69
6	REFERÊNCIAS.....	72
	ANEXO A – EXEMPLO DE RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO REVIZTO	77
	ANEXO B – EXEMPLO DE PLANILHA ELETRÔNICA DO REVIZTO	87
	APÊNDICE A – TABELA DE ANÁLISE DE DADOS	89

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, mediante mudanças na economia e, conseqüentemente, no mercado imobiliário, o setor da construção civil tem se tornando cada vez mais competitivo. Observa-se que tal competitividade é decorrente, por exemplo, do aumento da globalização e da demanda por novas tecnologias. Em paralelo, as empresas objetivam cada vez mais a redução de gastos nos seus processos de produção, visando lucro. Também, os clientes finais aumentaram suas exigências quanto à qualidade dos produtos ofertados. Diante deste cenário, é necessário aprimorar o sistema gerencial da produção das edificações brasileiras, incluindo o investimento em novas técnicas para a gestão e o controle das obras mais eficientes (SOUZA, ABIKO, 1997; MATTOS, 2010).

A gestão de obras não está limitada à ideia de fazer planejamentos. Também abrange “[...] um processo amplo de obtenção de informações, criação e difusão desses planos, realização de ações e avaliações” (OLIVEIRA, 2010, p.36). É, portanto, um processo complexo que ocorre em vários níveis e que abrange todo o ciclo da construção e seus agentes envolvidos (FORMOSO *et al.*, 1999; CHOO, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2010).

Dentre as finalidades da gestão de obras está a qualidade do produto final ofertado. Sob este enfoque, no início da década de 1990, no âmbito nacional, foi instituído o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Também, neste período, ocorreram implementações semelhantes de programas setoriais nos segmentos produtores de materiais e nos segmentos de empresas construtoras, apoiados por entidades de classes. Essas abordagens, em geral, pautavam a diminuição dos desperdícios, os quais, não raro, são conseqüências de “uma série de falhas que ocorrem ao longo das várias etapas do processo da construção” (SOUZA, ABIKO, 1997, p. 2).

Um dos projetos atualmente em vigor no PBQP-H é o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC). Dentre o escopo deste sistema, a seção específica sobre a prática da construção está delineada no item denominado “execução de obra”, o qual inclui requisitos como: planejamento da obra, processos relacionados ao cliente, projeto, aquisição,

operações de produção e fornecimento de serviço e controle de dispositivos de medição e monitoramento (BRASIL, 2017). Destes requisitos, esta pesquisa terá como foco a etapa de operações de produção de serviços, aprofundando os conceitos de processo de controle dos serviços de execução.

A interação que ocorre entre os diferentes sistemas existentes em obra, tais como alvenaria e instalações, pode causar inconsistência entre esses, comprometendo a qualidade do produto ofertado e gerando pendências de obras. Entende-se por pendência um fato ou obstáculo ocorrido durante a execução de uma obra e que possa interferir em seu andamento normal. Serviços pendentes comprometem a conclusão das obras, fazendo com que as mesmas se tornem mais onerosas quando não finalizadas no tempo planejado. É, portanto, extremamente necessário que se utilizem ferramentas para identificação, documentação e gerenciamento de tais pendências (AGUIAR, 2004).

Dentre as pendências que comprometem a qualidade do serviço executado em uma obra estão as não-conformidades. Segundo Tonetto (2016), as conformidades definem o quão próximo estão o projeto e as características operacionais de um produto em relação a padrões pré-estabelecidos. Essa conformidade do produto em relação às suas especificações é um indicativo de qualidade. Ou seja, produtos com características diferentes de certos padrões de qualidade são considerados não-conformes.

Com o intuito de manter a qualidade em obra através da gestão das não-conformidades, é necessário que se padronizem os serviços executados, além de se detalhar suas etapas, especificar quais pontos serão verificados em cada inspeção, identificar quais critérios serão avaliados e documentar tais informações para futuro banco de dados. Essa documentação pode ser feita através de diversos métodos, sendo mais comum o uso das Fichas de Verificação de Serviços (FVS) (TONETTO, 2016).

O PBQP-H utiliza as fichas de verificação de serviços para registro e controle da qualidade dos serviços executado no canteiro de obras. Este método de verificações e controles é prezado para que sejam evitados custos excedentes com retrabalhos, demolições, adequações e qualquer outra tarefa que acarrete um gasto

não previsto em projeto. Para cumprir esta finalidade, as informações contidas nas FVS devem ser claras e objetivas (BRASIL, 2017).

Nesse âmbito, os processos e as informações devem ser controlados de forma eficiente para garantir a qualidade da execução da obra (OLIVEIRA, 2005). Então, para aprimorar o método tradicional de FVS impressas e preenchidas manualmente, podem ser selecionadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) apropriadas a cada caso específico. Caso contrário, a inutilização de TIC ou seu uso de forma inadequada pode comprometer o controle e a qualidade da execução e, conseqüentemente, o desempenho da edificação final.

Atualmente, existem tecnologias que aplicam os conceitos da modelagem da informação da construção (BIM) visando a melhoria do controle das informações de uma edificação. Tais tecnologias são de grande relevância para as diversas fases da implementação da edificação, incluindo as etapas de execução no canteiro de obras. Pois, permitem que haja um armazenamento de informações do modelo, sendo ainda possível que tais informações sejam facilmente acessadas por diversos agentes do processo, facilitando a comunicação e as tomadas de decisões (MARTINS, CACHADINHA, 2012).

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os sistemas de gestão da qualidade no Brasil começaram a ser difundidos em meados dos anos 90, através de programas como o PBQP-H. Esses foram criados com o intuito de manter a qualidade em uma construção, que tem diversos benefícios, como: a melhoria da relação do construtor com o cliente, a diminuição do tempo de entrega da obra e a melhoria do seu processo construtivo. (DEPEXE, PALADINI, 2008).

O conceito de qualidade abrange a melhoria contínua dos processos. Assim, as empresas procuram controlar melhor seus processos, adotando sistemas e métodos para garantir a qualidade desejada pelo cliente. Esse controle pode ser feito através de FVS, adaptadas para cada obra (TONETTO, 2016).

Apesar de bastante criteriosos, os programas de qualidade ainda possuem aspectos negativos. Dentre esses, pode-se citar a resistência dos trabalhadores em

utilizar tais procedimentos, alegando aumento da burocracia nas atividades, e o fato de auditores verificarem a existência ou não de procedimentos normativos, porém sem aprofundar a análise da eficácia desses procedimentos (ANTUNES, 2008).

A aplicação de sistemas de qualidade também é limitada por obstáculos tecnológicos e organizacionais nas empresas, os quais são causados principalmente por dificuldades na implementação de tais sistemas, deficiência no gerenciamento do canteiro de obras e ineficácia dos mecanismos de verificação utilizados para fiscalização e execução das obras (BERR, FORMOSO, 2012).

Tendo em vista este contexto, aplicar determinadas tecnologias para efetuar coleta, processamento, distribuição e análise das informações obtidas no canteiro de obras pode auxiliar para reduzir o tempo aplicado nessas atividades, otimizar os esforços despendidos e abranger o máximo dos envolvidos nesses serviços (BERR, FORMOSO, 2012).

1.2 JUSTIFICATIVA

A centralização das informações de uma obra, bem como sua troca eficiente entre os envolvidos são essenciais para uma execução com qualidade. Também, quanto mais precisa a informação, mais segura será a tomada de decisão dos responsáveis. Assim, quando se tem informações precisas e no tempo correto, os gestores da obra podem acompanhar os processos de execução e colocar em prática seu planejamento (OLIVEIRA, 2005 *apud* PRATES, 2002).

Entretanto, pesquisas realizadas com o intuito de medir as dificuldades encontradas pelos gestores técnicos constataram, quase na sua totalidade, que as reuniões existentes entre construtora e projetista ocorriam de maneira informal, através de visitas ou contatos telefônicos. Apenas 11% das empresas pesquisadas adotavam uma comunicação por escrito; enquanto 90% dessas realizavam alterações de projeto durante o desenvolvimento da obra. Ainda, relatou-se que, em 22% das empresas, as obras se iniciavam antes da conclusão de todos os projetos executivos (ALENCASTRO, 2006 *apud* FORMOSO, 1993). Mesmo sendo referentes à década de 1990, esses resultados expressam a preocupação constante com a prática desses processos de gestão das informações para obter obras com qualidade.

Os sistemas de controle de qualidade se tornam mais complexos diante de particularidades da construção civil, tais como compatibilidade entre projetos constituintes, interferência do cliente no processo de produção, processo de produção artesanal e grande rotatividade de mão de obra (ANTUNES, 2008). Também, a qualidade pode ser comprometida pelo alto grau de fragmentação no processo de execução, no qual muitas pessoas estão envolvidas e as responsabilidades divididas. Assim, com o intuito de se reduzir conflitos, devem ser adotadas medidas para a melhor documentação dos processos e das informações (SILVA, COELHO, MELHADO, 2015).

A seleção de um método de controle da qualidade dos serviços executados deve ser adaptada para a obra em que será aplicada, já que a construção é um sistema único (BALLARD, HOWELL, 1998). Em um processo integrado, devem-se gerenciar informações como *status* e detalhes dos serviços executados. Para isso, são determinados funcionários responsáveis pela verificação do serviço e pela constatação de pendências na obra. Eles transmitem as informações geradas para outros agentes responsáveis pela tomada de decisão para definir ações corretivas e/ou para validar o serviço executado.

Sendo assim, nesse processo de gerenciamento, a troca de informações é crucial. O uso de ferramentas BIM voltados para o gerenciamento da construção podem facilitar esse processo entre canteiro e escritório, com mais detalhes e precisão, com a colaboração entre os envolvidos em menor tempo. Por exemplo, ferramentas de *Building Collaboration Format* (BCF) incluem informações relacionadas às *tasks*, ou seja, anotações criadas no próprio modelo da edificação que são disponibilizadas para os diversos agentes da obra (TRELDAL *et al.*, 2016).

“A construção tem uma vasta gama de oportunidades de melhorias através do uso de ferramentas BIM” (GARRO *et al.*, 2013, p. 1181). Atualmente, as construtoras estão investindo em tecnologias que contribuam para a melhoria da produtividade de todo o processo, tendo o BIM como foco. Pois, a aplicação dessas ferramentas BIM na construção possibilita a solução rápida de eventuais problemas em etapas de projetos ou de execução no canteiro, garantindo maior precisão e evitando gastos com retrabalhos (EASTMAN *et al.*, 2014).

Mas, o uso da plataforma BIM no canteiro de obras ainda não é tão difundido quanto já está reconhecido na fase de projetos. No entanto, ao perceber suas vantagens no canteiro, tende-se para a popularização dessa plataforma *in loco*.

A utilização do BIM para a etapa de obras é considerada uma grande potencialidade, uma vez que essa possui uma vasta base de dados permitindo consulta rápida. A possibilidade de se poder acessar a informação em uma única plataforma faz com que o BIM garanta confiabilidade, rapidez e precisão (MARTINS, CACHADINHA, 2012).

Ainda, para minimizar as dificuldades de leitura das representações dos projetos em obra, pode-se agregar o uso de tecnologias BIM com realidade virtual (GRILO, 2001). O uso de realidade virtual nos canteiros de obra é bastante benéfico, permitindo que o usuário esteja inserido no ambiente em questão. Tal tecnologia permite que o usuário, além de interagir com o ambiente, obtenha mais segurança nas obras e consiga inserir *tasks* de pendências *in loco* com mais precisão e confiabilidade (FROEHLICH, AZHAR, 2016).

Moraes e Rodrigues (2017) entendem que a análise de um modelo permite o entendimento da obra como um todo, possibilitando a visualização do empreendimento mesmo antes de sua construção. O uso de sistemas de imersão, ou seja, de Realidade Virtual, facilitam a visualização da construção por parte dos profissionais envolvidos na execução, bem como dos clientes. Tal visualização pode ser uma alternativa para a busca de melhorias nos processos da construção.

Com base nesse contexto, a principal questão da pesquisa é: como ferramentas BIM aliadas ao uso da Realidade Virtual podem aprimorar os métodos atuais de verificação da qualidade dos serviços executados no canteiro de obras?

Diante de tal pergunta, parte-se da hipótese de que as ferramentas BIM podem aprimorar esse processo por: aumento do detalhamento do projeto executivo; visualização *in loco* com o uso da Realidade Virtual; anotações interativas com a inserção de fotos e dados levantados utilizando dispositivos móveis; armazenamento interno criando banco de dados para geração de relatórios automatizados, além da hierarquização de acesso entre os agentes do projeto que podem se comunicar em tempo real.

1.3 OBJETIVOS

A seguir, serão apresentados os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

1.3.1 Objetivo geral

Analisar a aplicação de uma ferramenta BIM com Realidade Virtual para verificar a qualidade dos serviços executados no canteiro de obras em uma edificação unifamiliar localizada na cidade de Florianópolis, Santa Catarina.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Definir as pendências da construção a serem conferidas *in loco* e verificar as não-conformidades encontradas na execução da edificação;
- b) Organizar os dados levantados, gerar relatórios e simular a troca de informações entre agentes da construção;
- c) Analisar os dados de não-conformidades obtidos;
- d) Resumir o método de trabalho aplicado no estudo e apontar possíveis melhorias e barreiras para o acompanhamento de não-conformidades em obra com uso de uma ferramenta BIM com Realidade Virtual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de contextualizar a questão levantada, serão abordados os seguintes temas na revisão de literatura: verificação da qualidade na execução da construção, BIM aplicado no canteiro de obras, Realidade Virtual aplicada à construção edificações, tecnologias móveis para a construção civil e *softwares* BIM para verificação de não-conformidades em obra.

2.1 VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Na indústria da construção civil, a gestão de obras se inicia por um planejamento, que somente é eficaz quando associado a controle (FORMOSO et al.,

1999). Para Laufer e Tucker (1987), tal gestão é definida como o conjunto de quatro quesitos: o que fazer, como realizar, quem irá executar e quando será realizado.

Aliada à gestão de obras está a gestão da qualidade de obras, que visa atender as necessidades do cliente final de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo (SILVEIRA et al., 2002). É constituída por um conjunto de ações gerenciais que tem por objetivo assegurar que o produto final atenda às necessidades dos usuários e às expectativas dos clientes. Para controle da gestão da qualidade de uma obra deve-se atentar a questões relacionadas a: custo, tempo, modificações e deficiência de projeto (OLIVEIRA, 2005).

A qualidade nas obras da construção civil se tornou relevante no momento em que tal mercado se encontrou extremamente competitivo, fazendo com que a satisfação do cliente se torne uma condição primordial para uma empresa (SILVEIRA et al., 2002).

A implantação da gestão da qualidade deve ser realizada em todas as etapas existentes em uma edificação, conforme indicadas na Figura 1; sendo que cada empresa deve priorizar seus serviços mais importantes, para garantir a satisfação do cliente (SOUZA, MEKBEKIAN, 1996).

Figura 1 – Principais etapas de execução de obra de edificação

- Locação da obra
- Fundações
- Estruturas
- Alvenaria de vedação
- Instalações hidráulicas
- Instalações elétricas
- Impermeabilização
- Esquadrias
- Revestimentos internos
- Revestimentos externos
- Pintura
- Forros
- Coberturas
- Limpeza

Fonte: SOUZA, MEKBEKIAN (1996).

Com o intuito de garantir a gestão da qualidade nas obras, o Governo Brasileiro, através do Ministério das Cidades, desenvolveu diversos programas, sendo um deles o PBQP-H, criado em 1998. Esse programa tem por objetivo geral melhorar

a qualidade do habitat e realizar uma modernização produtiva. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se a melhoria da qualidade de gestão em projetos e obras habitacionais (BRASIL, 2017).

O SiAC, incluso no PBQP-H, se aplica a empresas com especialidade técnica de execução de obras. Tal sistema possui seções subdivididas em requisitos aplicáveis e requisitos complementares, apresentados na Figura 2. Destes, o presente trabalho tem como enfoque a seção 7 – “Execução da obra” e o requisito 7.5 – “Operações de produto e fornecimento de serviço”. Este requisito compreende o controle e a inspeção dos serviços de execução, que devem ser documentados conforme as etapas da obra.

No entanto, na prática, as empresas, em geral, não têm o hábito de documentar formalmente seus procedimentos de execução, nem mesmo seus critérios executivos. Dessa forma, ficam reféns dos conhecimentos da mão-de-obra, a qual pode ter grande rotatividade (SOUZA, MEKBKIAN, 1996).

A fim de garantir os padrões de qualidade, os encarregados pela execução devem repassar os serviços aos demais funcionários, cobrando que os mesmos realizem as checagens e as inspeções necessárias. Em geral, as FVS são documentos utilizados para este fim. A Figura 3 apresenta um modelo de FVS (SOUZA, MEKBKIAN, 1996).

Conforme apresentado pela Figura 3, na FVS deve conter a identificação da obra e do serviço, horário de início e de término da verificação, identificação dos executores da atividade a ser executada – mestre e encarregados –, listagem das verificações de rotina, *status* de rejeitado ou aprovado, observações gerais e ações necessárias, e nomes e assinaturas do responsável pela verificação e do engenheiro responsável pela execução da obra. Essas informações devem ser repassadas para decisões e correções referentes às atividades rejeitadas. Enfim, a FVS devem ser arquivadas às documentações apresentadas ao sistema de gestão da qualidade.

Figura 2 – Requisitos do sistema de gestão da qualidade segundo o PBQP-H

SIAC - Execução de Obras			Nível
SEÇÃO	REQUISITO		B
4 Sistema de Gestão da Qualidade	4.1 Requisitos gerais		X
	4.2. Requisitos de documentação	4.2.1. Generalidades	X
		4.2.2. Manual da Qualidade	X
		4.2.3. Controle de documentos	X
		4.2.4. Controle de registros	X
5 Responsabilidade da direção da empresa	5.1. Comprometimento da direção da empresa		X
	5.2. Foco no cliente		X
	5.3. Política da qualidade		X
	5.4. Planejamento	5.4.1. Objetivos da qualidade	X
		5.4.2. Planejamento do Sistema de Gestão da Qualidade	X
	5.5. Responsabilidade, Autoridade e Comunicação	5.5.1. Responsabilidade e autoridade	X
		5.5.2. Representante da direção da empresa	X
		5.5.3. Comunicação interna	
5.6. Análise crítica pela direção	5.6.1. Generalidades	X	
	5.6.2. Entradas para a análise crítica	X	
	5.6.3. Saídas da análise crítica	X	
6 Gestão de recursos	6.1. Provisão de recursos		X
	6.2. Recursos humanos	6.2.1. Designação de pessoal	X
		6.2.2. Treinamento, conscientização e competência	X
	6.3. Infraestrutura		X
6.4. Ambiente de trabalho			
7 Execução da obra	7.1. Planejamento da Obra	7.1.1. Plano da Qualidade da Obra	X
		7.1.2. Planejamento da execução da obra	X
	7.2. Processos relacionados ao cliente	7.2.1. Identificação de requisitos relacionados à obra	X
		7.2.2. Análise crítica dos requisitos relacionados à obra	X
		7.2.3. Comunicação com o cliente	
	7.3. Projeto	7.3.1. Planejamento da elaboração do projeto	
		7.3.2. Entradas de projeto	
		7.3.3. Saídas de projeto	
		7.3.4. Análise crítica de projeto	
		7.3.5. Verificação de projeto	
		7.3.6. Validação de projeto	
		7.3.7. Controle de alterações de projeto	
		7.3.8. Análise crítica de projetos fornecidos pelo cliente	X
	7.4. Aquisição	7.4.1. Processo de aquisição	X
		7.4.2. Informações para aquisição	X
7.4.3. Verificação do produto adquirido		X	
7.5. Operações de produção e fornecimento de serviço	7.5.1. Controle de operações	X	
	7.5.2. Validação de processos		
	7.5.3. Identificação e rastreabilidade	X	
	7.5.4. Propriedade do cliente		
	7.5.5. Preservação de produto	X	
7.6. Controle de dispositivos de medição e monitoramento		X	
8 Medição, análise e melhoria	8.1. Generalidades		X
	8.2. Medição e monitoramento	8.2.1. Satisfação do cliente	X
		8.2.2. Auditoria interna	X
		8.2.3. Medição e monitoramento de processos	
		8.2.4. Inspeção e monitoramento de materiais e serviços de execução controlados e da obra	X
	8.3. Controle de materiais e de serviços de execução controlados e da obra não conformes		X
	8.4. Análise de dados		X
	8.5. Melhoria	8.5.1. Melhoria contínua	X
8.5.2. Ação corretiva		X	
8.5.3. Ação preventiva			

Fonte: BRASIL (2017)

Figura 3 - Modelo de ficha de verificação de serviços

LOCAL/PODA EMPRESA		SISTEMA DA QUALIDADE FVS - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS				DEPARTAMENTO*	
SERVIÇO		PIS/DEREF		FVS Nº	FOLHA Nº		
LOCAL DO SERVIÇO		QUANTIDADE VERIFICADA		INÍCIO	TÉRMINO		
MESTRE	ENCARREGADO	EQUIPE					
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DA EXECUÇÃO DO SERVIÇO			APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
Nº	VERIFICAÇÕES DE ROTINA	Aprovado (A) ou Rejeitado (R)				OBSERVAÇÕES E AÇÕES	
		Verif. 1	Verif. 2	Verif. 3	Verif. 4		
RESPONSÁVEL PELA VERIFICAÇÃO			ENGENHEIRO				
_____/_____/_____ NOME/ASSINATURA DATA			_____/_____/_____ NOME/ASSINATURA DATA				

* Citas.

Fonte: SOUZA, MEKBKIAN (1996).

Contudo, ainda não foi detectada pelas empresas uma eficácia na integração entre projeto e construção quando aplicadas as diretrizes sugeridas pelo PBQP-H (BICALHO, 2009). Tais procedimentos acabam por gerar uma grande quantidade de papel, sendo que boa parte dessas informações podem ser perdidas facilmente. Também, há uma lacuna na comunicação e troca de informações, que podem dispendir certo tempo. Assim, para aprimorar tais inconvenientes, sugere-se neste trabalho aplicar uma ferramenta BIM para facilitar a integração, a concentração e a troca das informações.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) APLICADO NO CANTEIRO DE OBRAS

O BIM é um dos desenvolvimentos recentes mais promissores na área da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O BIM pode ser definido como a modelagem da informação de uma edificação, com dados integrados, abrangendo a

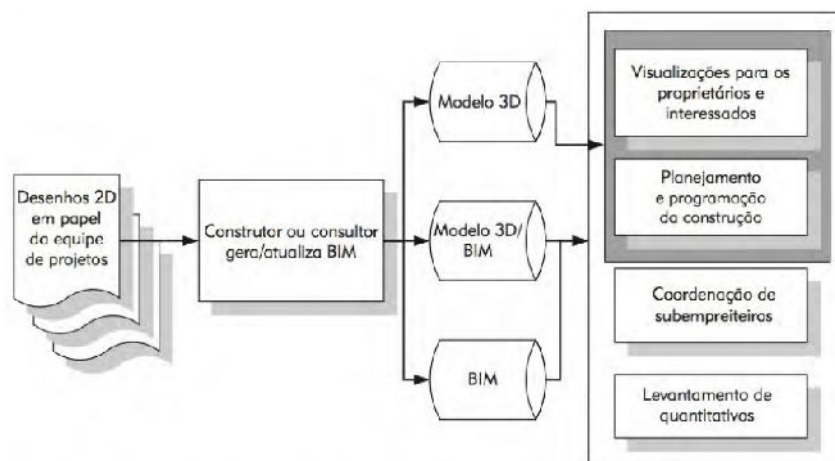
construção durante todo o seu ciclo de vida. Através de diferentes tecnologias digitais é possível que se obtenham modelos detalhados e precisos da construção (AZEVEDO, 2009; AZHAR, 2011).

Na aplicação da ferramenta BIM, o modelo de uma edificação é elaborado de forma digital, permitindo uma definição da geometria exata e a colocação de informações relevantes para dar suporte a construção, como, por exemplo, detalha os insumos necessários para a mesma. Ainda, o BIM permite uma gestão integrada de projetos e construção, acarretando em melhoras na qualidade com custo e prazos de execução reduzidos (EASTMAN et al., 2014).

Com o aumento da complexidade das construções, os projetistas começaram a perder o controle do processo como um todo, necessitando de ferramentas para auxiliá-los na gestão desse (EASTMAN et al., 2014). A redução do desempenho de projetos da construção civil se dá por problemas em seu gerenciamento. O grande número de pessoas envolvidas em uma construção faz com que tal gerenciamento se torne ainda mais complexo. Para realizar a integração entre os envolvidos em todo o processo da construção, sugere-se o uso de ferramentas BIM (DANTAS FILHO et al., 2015).

Apesar de estar crescendo rapidamente, o uso da ferramenta BIM é ainda bastante inicial, sendo necessários alguns ajustes para uso dessa tecnologia. Grande parte das empresas de projetos ainda não geram modelos BIM de seus empreendimentos, conforme o apresentado na Figura 4. Nesse caso, em uma segunda etapa, é necessário gerar o modelo BIM a partir de projetos feitos em ferramentas 2D. Sendo assim, ressalta-se que este modelo gerado é meramente ilustrativo, não contendo informações relacionadas aos componentes da construção (EASTMAN et al., 2014).

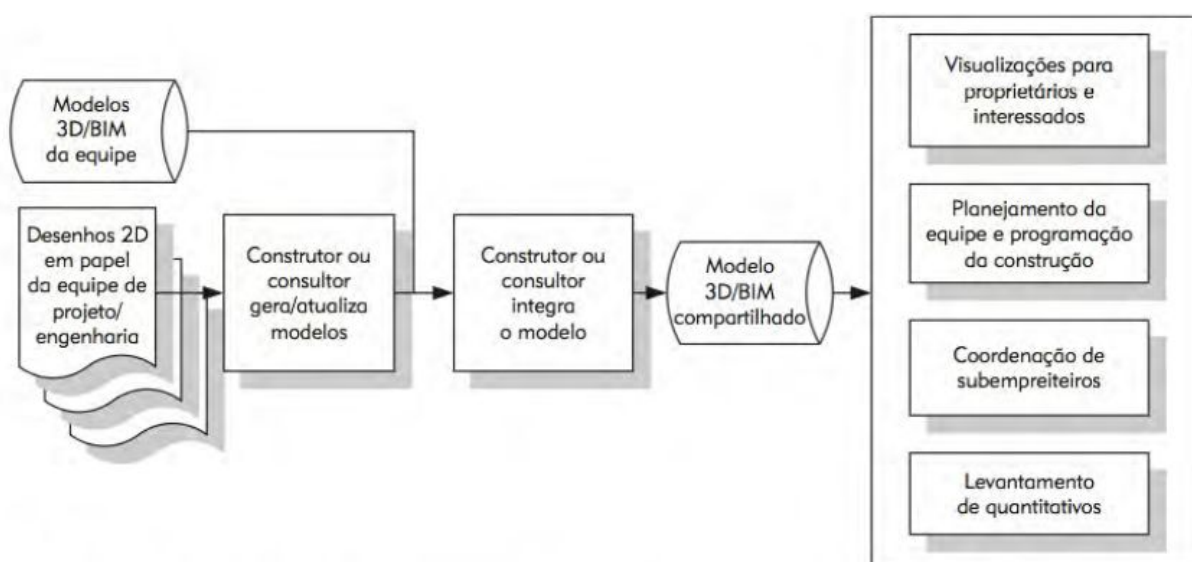
Figura 4 - Fluxo de processos BIM onde os projetistas não utilizam BIM inicialmente



Fonte: Eastman *et al.* (2014)

Em contrapartida, a Figura 5 ilustra um processo de trabalho onde a equipe de projeto já gera o modelo BIM no início do fluxo. Desse modo, a equipe de obra tem acesso não somente ao modelo tridimensional, mas também às informações relacionadas aos componentes do projeto. Assim, o modelo gerado pode ser utilizado para outras funções além da visualização, como por exemplo para coordenação, planejamento e levantamento de quantitativos (EASTMAN *et al.*, 2014).

Figura 5 - Fluxo de processos com aplicação do BIM em todas as etapas



Fonte: Eastman *et al.* (2014)

Aplicar ferramentas BIM também pode auxiliar na necessidade de centralização das informações de uma obra, uma vez que todos os dados de um empreendimento estão concentrados em um único modelo e podem ser acessados até o final de sua vida útil. Há, ainda, a possibilidade de melhor compreensão de todo o projeto, já que um modelo BIM possui diversos modos de visualizações da edificação. Por fim, sua prática apresenta a possibilidade de antecipação de problemas e interferências técnicas, já que muitas situações conflitantes podem ser percebidas na geração do modelo digital (EASTMAN et al., 2014; AZEVEDO, 2009).

Apesar da compreensão de que o BIM pode representar diversas melhorias nos processos para a indústria da construção civil, ainda há certa resistência quanto ao seu uso. Nesse sentido, a indústria da construção civil ainda não conseguiu atingir o mesmo nível tecnológico de outras indústrias existentes (GARRO et al., 2013). Entretanto, ainda aquém das outras indústrias no quesito tecnologia, recentemente, a construção civil vem obtendo um desenvolvimento significativo nos últimos anos com o desenvolvimento das tecnologias de BIM.

Segundo Dantas Filho *et al.* (2015), a preocupação com a aplicação da tecnologia BIM é mais comum em escritórios de arquitetura do que na área prática da construção. Então, atualmente, tais escritórios estão mais conscientes em relação às vantagens do uso dessa ferramenta, como a geração automática de quantitativos e visualização 3D facilitada. E, dentre as principais mudanças nos escritórios que implementaram o BIM, é citada a facilidade na compatibilização dos projetos.

Na última década, o uso de ferramentas BIM vem ganhando espaço na indústria da AEC, porém essa utilização no Brasil ainda é bastante restrita. Poucas empresas de arquitetura e engenharia civil utilizam essa tecnologia atualmente ou a utilizaram em algum momento, sendo que quando ocorre o uso esse se dá nas etapas iniciais da obra, como na elaboração do projeto e na geração das tabelas de quantitativos (BARRETO et al., 2016).

Além dessa aplicação especificamente para a gestão e controle do planejamento da obra, através de um modelo BIM é possível que o construtor verifique se as circunstâncias reais de construção são compatíveis com aquelas previstas no projeto, incluindo a conferência da qualidade dos serviços executados.

Para isso, pode-se adotar o uso de ferramentas BIM aliadas à Realidade Virtual, aumentando a aproximação e a interação entre projeto e execução. O crescimento do uso do BIM está interligado ao desenvolvimento de dispositivos móveis e métodos de troca de informações entre trabalhadores alocados na obra e no escritório de projetos (EASTMAN et al., 2014).

2.3 REALIDADE VIRTUAL APLICADA À CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

O primeiro registro existente de realidade virtual data de 1950, onde, de acordo com Tori, Kiner e Siscouto (2006), um cineasta criou o primeiro dispositivo para imersão de sentidos do usuário. Porém, foi somente na década de 1980 que o termo se consolidou. O nome Realidade Virtual foi criado, portanto, em 1980 por Jaron Lanier, que caracterizou sua invenção como “a busca da fusão do real com o virtual” (TORI, KINER E SISCOUTO, 2006, p.4).

Define-se realidade virtual como:

Uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário a movimentação (navegação) e interação em tempo real, em um ambiente tridimensional, podendo fazer uso de dispositivos multissensoriais, para atuação ou *feedback* (TORI, KINER E SISCOUTO, 2006, p.7).

Segundo estes autores, a realidade virtual apoia uma grande quantidade de áreas, sendo uma delas a da AEC, como um ótimo recurso para uma interação mais precisa e realista. Segundo Grilo et al. (2001), uma das vantagens de se ter um modelo computadorizado em realidade virtual é a opção de se ter tridimensionalidade, com diferentes pontos de observação possíveis.

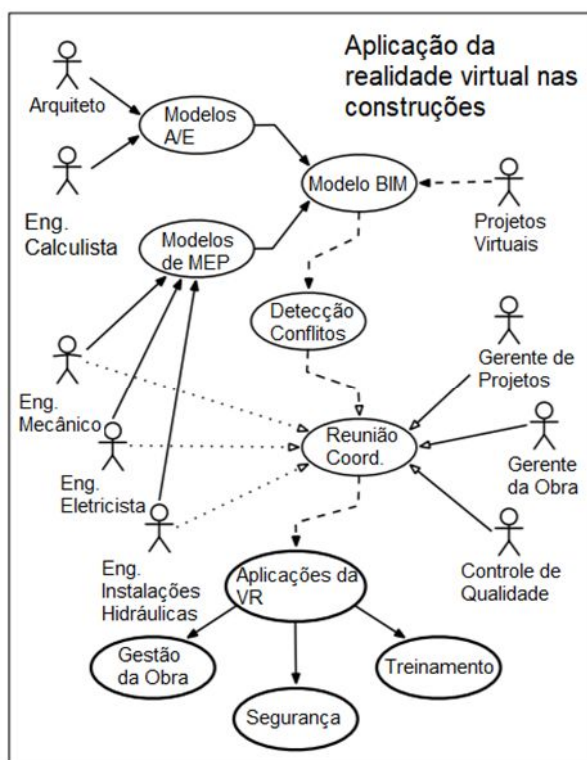
O uso de realidade virtual na área da construção civil pode compreender questões relacionadas à visualização de projetos, gerando uma melhoria e agilização dos processos. Tal melhoria na visualização pode eliminar dúvidas ou dificuldades de se obter informações dos projetos (MELO, 2014).

A realidade virtual na construção civil é dita como “o último desenvolvimento no processo de digitalização em “design” e arquitetura”. Essa tecnologia aplicada a engenharia é a principal forma de “tridimensionalizar” um projeto *in loco* (GRILO et al., 2001, p.3).

A utilização dessa tecnologia na indústria da AEC é importante, não somente para questões comerciais, mas também para etapas de concepção de projeto, estudo de volumes ou mesmo de solução de problemas durante a construção (PORTO, 2012). Quanto à implantação de realidade virtual aplicada a canteiro de obras, tal tecnologia possibilita a visualização de conflitos (FROEHLICH, AZHAR, 2016).

A Figura 6 ilustra como deve ser o fluxo desde o início dos projetos até a aplicação da realidade virtual em obra. De acordo tal figura, as etapas de projeto, tanto do arquitetônico e do estrutural, quanto das instalações, se iniciam com planejamento, seguidas das modelagens BIM e das detecções de conflitos. As reuniões de coordenadores são únicas para os envolvidos no projeto. A partir da reunião de projetos, se inicia a aplicação da realidade virtual na obra. As principais aplicações de tal tecnologia nas construções são para gerenciamento da obra, com melhor visualização dos projetos, e para questões de treinamento e segurança, a fim de se simular situações de acidentes (FROEHLICH, AZHAR, 2016).

Figura 6 - Fluxo de projeto até a aplicação da realidade virtual em obras



Fonte: adaptado de Froehlich e Azhar (2016).

Na sequência, a Figura 7 indica o fluxo de trabalho para aplicação da realidade virtual em obras, sendo essa em três fases. Inicialmente, ocorre o planejamento inicial, baseado em revisão de literatura. Na segunda fase, é executada a modelagem BIM. E, por fim, tem-se a implementação e validação em que as vistas são apresentadas através de dispositivos de realidade virtual (FROEHLICH, AZHAR, 2016).



Fonte: adaptado de Froehlich e Azhar (2016)

As principais potencialidades da realidade virtual aplicada a obras da construção civil são: apresentação do layout do local, monitoramento do progresso do processo da construção, inspeção e manutenção, treinamentos seguros e avaliação do local pré-construção (FROEHLICH, AZHAR, 2016).

Um tipo específico de Realidade Virtual é a Realidade Virtual Aumentada. Essa que consiste em um benefício da realidade virtual, que transporta o ambiente físico ao virtual, fazendo com que a realidade virtual seja “potencializada” (TORI, KINER, SISCOUTO, 2006). Essa tecnologia permite a interação do usuário entre espaço virtual e o real. Segundo Cuperschimid, Ruschel e Martins (2011), o uso da realidade aumentada tem o objetivo de misturar os mundos real e virtual e tal mistura os torna indistinguíveis.

No entanto, apesar dos benefícios, a aplicação de realidade virtual na construção civil é ainda bastante restrita. Porém, já pode ser verificada em algumas situações. O autor Rodrigues (2016) utilizou a realidade virtual para modelar um apartamento já existente como intuito de visualizar melhor a reforma que seria realizada no mesmo. Ele verificou que o uso de tal sistema foi satisfatório para melhorar a visão espacial do ambiente, além de permitir acesso ao modelo do

apartamento decorado, facilitando a movimentação do mobiliário para fins decorativos.

Ainda, experimentalmente, Stange e Scheer (2012) utilizaram sistemas de realidade virtual para o ensino da engenharia civil, realizando-se a montagem da forma de um pilar. Nesse caso, foi constatado que o método tem potencial para uso, tanto no ensino, em questões acadêmicas, quanto no treinamento técnico de funcionários.

Com o intuito de realizar uma aplicação na obra propriamente dita, Martins (2014) utilizou a realidade virtual aumentada para produção de projetos *as-built* e medição de serviços executados. Foram verificadas melhorias relacionadas às atividades do operador quando aplicada tal ferramenta para medição de serviços. Uma vez que tais medidas são realizadas no modelo BIM, a imprecisão da mesma é menor quando comparada a medição em projeto impresso.

Segundo De Freitas (2015) o uso de recursos tecnológicos em canteiros de obras acarreta em uma melhoria no setor da construção civil. No entanto, essa tecnologia esbarra em dificuldades, tais quais: alto custo das tecnologias e desconhecimento em relação à ferramenta utilizada. Diante de tais inconvenientes, faz-se necessário o conhecimento do uso das tecnologias móveis para a construção civil, a fim de se implantar a realidade virtual nas obras.

2.4 TECNOLOGIAS MÓVEIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Para o uso da tecnologia BIM aliada a Realidade Virtual nas obras, é necessário que se utilizem de dispositivos que permitam tal utilização no canteiro. A principal característica que esse dispositivo deve ter, segundo Velho (2016) é a portabilidade, ou seja, que o dispositivo tenha dimensões e configurações compatíveis para ser utilizado *in loco*.

No geral, o desenvolvimento de modelos BIM se dá em computadores *desktops* de alto desempenho. Contudo, essas máquinas são extremamente robustas e pouco portáteis quando utilizadas para acompanhamento no canteiro de obras. Portanto, para conseguir-se a portabilidade necessária, faz-se uso de dispositivos móveis, que são computadores de bolso, com dimensões reduzidas (VELHO, 2016).

Para Leão, Isatto e Formoso (2014) o uso de *tablets* para a coleta de dados elimina a necessidade de transcrição das informações coletadas em cadernos e pranchetas, fazendo com que essas informações se tornem mais confiáveis e atualizadas.

Contudo, deve-se levar em consideração algumas condições técnicas relacionadas aos dispositivos móveis utilizados no canteiro de obras, no que diz respeito a implementação de realidade virtual para a indústria da AEC. Faz-se necessária uma atualização constante de tais dispositivos, acompanhando as inovações correntes no mercado. Também, deve-se levar em consideração questões relacionadas à velocidade de conexão, uma vez que a qualidade desse serviço no canteiro de obras pode não ser satisfatória. Ainda, deve-se atentar a questões relacionadas à localização da obra, uma vez que muitas vezes é interessante que haja um georreferenciamento do projeto. Por fim, pode-se concluir que, para o uso específico no canteiro de obras, os aplicativos móveis devem focar em portabilidade e navegação em ambientes externos (CUPERSCHIMID e FREITAS, 2013).

No que diz respeito ao controle da qualidade na construção civil, Neto, Ruschel, Picchi (2013) entendem que, uma vez que os programas de qualidade exigem comunicação intensa entre as partes envolvidas e que há um grande nível de documentos necessários para esse controle, a utilização de dispositivos móveis para o auxílio da coleta e registro das informações é um facilitador e agregador de valor para gestão da qualidade.

2.5 SOFTWARES BIM PARA VERIFICAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES EM OBRA

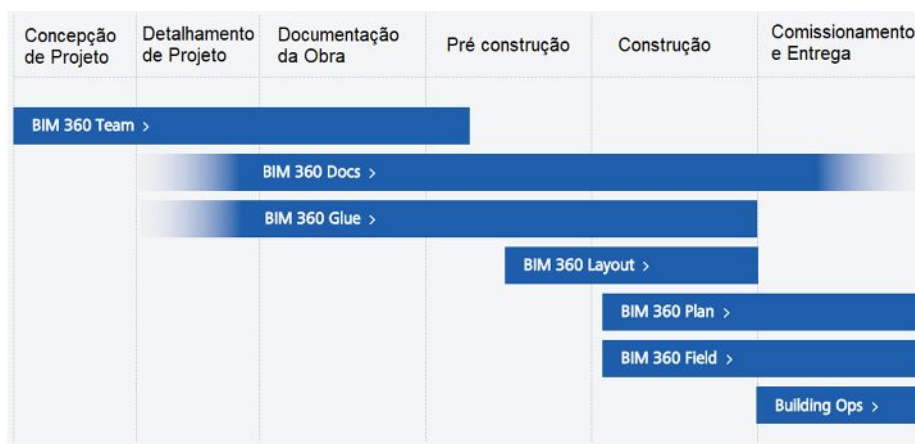
Com base nos pontos colocados anteriormente, a seguir serão elencados os principais *softwares* disponíveis para a inserção de *tasks* - que são anotações criadas no modelo BIM - com a finalidade de se realizar um acompanhamento em tempo real das obras. Tais descrições serão feitas com base nas especificações indicadas nos catálogos dos fabricantes dos mesmos, sendo esses: BIM 360, BIMAnywhere, BIMSync, BIMTrack e Revizto.

2.5.1 Autodesk BIM 360

O BIM 360 é um software da Autodesk que tem a finalidade de conectar o projeto e a obra. O catálogo do fabricante indica que tal sistema permite edição e visualização de arquivos, com projetos sempre atualizados e que todos os envolvidos nele tenham livre acesso aos arquivos. Essa plataforma permite uma aceleração na troca e informações, otimização do desenvolvimento do projeto, com projetos alocados na nuvem (AUTODESK, 2017).

Esse ainda permite que haja um gerenciamento da obra, feito através do próprio modelo BIM com o uso de um *tablet* na obra. A família BIM 360 possui sete *softwares*, sendo cada um deles indicado para uma etapa do projeto ou construção. Tais *softwares* estão os descritos na Figura 8 sendo apresentada, ainda, sua importância para cada etapa da execução. O BIM 360 Docs e o BIM 360 Glue são recomendados para gestão de documentos, enquanto o BIM 360 Plan, Field e Layout estão mais relacionados com a possibilidade de levar o BIM para o canteiro de obras. Já o BIM 360 Ops deve ser utilizado para a etapa de pós-execução (AUTODESK, 2017).

Figura 8 - Softwares da Autodesk BIM 360



Fonte: AUTODESK (2017).

Em sua pesquisa, Aquino (2014) utilizou ferramentas da família Autodesk BIM 360, que o permitiu constatar a diminuição do tempo gasto com organização de obra e de fluxo de processos, além de melhorar questões de comissionamento e entrega.

2.5.2 BIMAnywhere

O BIMAnywhere é um software da empresa americana Zimfly. Conforme informações contidas no catálogo do fabricante, o BIMAnywhere é uma plataforma visual de colaboração BIM para construções e manutenções. A plataforma em questão permite: comunicação entre equipes através de plataformas colaborativas; aperfeiçoamento dos fluxos de trabalhos operacionais; e, o gerenciamento de pendências da obra feito no próprio modelo BIM através de um *tablet* na obra.

Há, ainda, a possibilidade de navegação no modelo BIM através de *QR codes* gerados, ou seja, códigos ligados a links, que quando acessados apresentam alguma informação do projeto em questão. Também, pode-se: utilizar o modelo 2D do arquivo como mapa de localização; gerar colaboração multidisciplinar em diversas plataformas; e, fazer medições e inserção de *tasks* no próprio modelo BIM *in loco* (BIMANYWHERE, 2017).

2.5.3 BIMSync

O BIMSync é um *software* BIM da empresa norueguesa Catenda. Informações disponibilizadas pelo fabricante indicam o BIMSync como um *software* que pratica o uso de extensões abertas de arquivos BIM. Ou seja, através do BIMSync é possível acessar modelos BIM gerados em quaisquer softwares de modelagem, sendo essa ideologia chamada pelo fabricante de openBIM. As aplicações de cada extensão do openBIM aceita pelo BIMSync estão indicadas na Figura 9 (BIMSYNC, 2017).

Na figura em questão estão indicados os formatos com que o BimSync é compatível, bem como as funcionalidades disponíveis no mesmo. O formato de entrada do modelo BIM é o Industry Foundation Classes (IFC). O Building Smart Data Dictionary (bsDD) se caracteriza por uma biblioteca de objetos para serem inseridos no modelo BIM. Essa biblioteca deve ser compatível com quaisquer *softwares* de modelagem BIM existentes. Os arquivos BIM Collaboration Format (BCF), os quais consistem em arquivos de comunicação de incompatibilidades capazes de serem lidos por diversos *softwares* BIM e são gerados a partir de ferramentas de detecção automática de inconsistências entre as disciplinas do modelo BIM – chamada de *clash detection*. E, por fim, os arquivos Construction Operations Building Information

Exchange (COBie) resultam em uma planilha eletrônica com uma listagem de todos os ativos instalados na edificação, para que assim esses possam ser gerenciados por uma equipe de manutenção (BIMSYNC, 2017).

Figura 9 - Extensões do openBIM utilizadas pelo BIMSync

Bimsync está nos ombros dos padrões BuildingSMART



Fonte: BIMSYNC (2017)

O BIMSync permite que os modelos BIM sejam abertos no próprio navegador, sem a necessidade da instalação de qualquer *plug-in*. Dessa forma, os mesmos podem ser visualizados em qualquer dispositivo que possua navegador – *smartphones*, *tablets* e notebooks. Ainda, o BIMSync permite: interação entre visualização 2D e 3D; realização de trabalho colaborativo; possibilidade de geração de indicadores de desempenho dos projetos; possibilidade de anexar informações – catálogos, imagens – ao modelo BIM; possibilidade de utilização de nuvens “externas”; e, número ilimitado de colaboradores por projeto (BIMSYNC, 2017).

2.5.4 BIM Track

O BIM Track é o software da empresa canadense com o mesmo nome. Essa empresa, de forma análoga à Catenda, aplica a ideologia do uso do openBIM. Os principais benefícios do *software* são: as melhorias no fluxo de trabalho BIM obtidas através da colaboração de projeto; a obtenção de relatórios para controle de pendências e a possibilidade do uso de *plug-ins* para os principais *softwares* de modelagem BIM (BIM TRACK, 2017).

O BIM Track tem diversos recursos, tais quais: a possibilidade de visualização 3D; a possibilidade de inserção de metas para término das não conformidades; a integração com os *softwares* de modelagem mais utilizados no mercado; a importação e exportação para arquivos compatíveis com quaisquer

softwares de modelagem; a geração de relatórios de não conformidades do projeto; e, um sistema de notificação via e-mail.

Marzouk e Zaher (2015) aplicaram o BIM Track na tentativa de realizar uma comparação entre o progresso real e o planejado de um projeto. Segundo informações dos autores, o objetivo do trabalho, que era atualizar os dados dos projetos em tempo real utilizando um sistema sincronizado em nuvem, foi atingido com o uso do *software* em questão.

2.5.5 Revizto

O Revizto é um *software* desenvolvido pela empresa Vizerra, que possui interação BIM através de óculos de realidade virtual, onde são utilizadas as mesmas tecnologias existentes para uso de jogos em nuvem. O *software* permite interação com extensões do openBIM, conforme indicado na Figura 10. Na esquerda desta imagem, estão apresentados os *softwares* BIM de empresas conhecidas do mercado, os quais são aceitos pelo Revizto como arquivos de entrada. Enquanto do lado direito da imagem, estão apresentadas as extensões do openBIM que o mesmo aceita (REVIZTO, 2017).

Figura 10 - Extensões utilizadas pelo Revizto



Fonte: REVIZTO (2017).

O Revizto permite que a transferência dos dados do *software* de modelagem BIM ocorra “em questão de minutos”. As principais funcionalidades deste *software* são: a possibilidade de sincronização em nuvem; a inserção dos projetos 2D em planta para localização *in loco*; o agrupamento de modelos por disciplinas e de

controle revisões; a possibilidade de agendamento de sincronização do modelo; a ferramenta de exportação do projeto para um arquivo executável, não se fazendo necessária qualquer instalação no dispositivo para visualização do arquivo produzido; as informações relacionadas aos componentes obtidas nos *softwares* de modelagem BIM são mantidas; permite cortes no modelo BIM para facilitar a visualização interna da edificação modelada; possibilita a realização de medidas no modelo BIM; tem suporte para utilização *off-line* para sincronização somente quando houver conexão com a internet; e, a geração de relatórios de ocorrências (REVIZTO, 2017).

Froehlich e Azhar (2016) citaram o uso do Revizto aplicado a construção civil. Neste estudo, os autores utilizaram a funcionalidade de suporte à dispositivos de realidade virtual que o *software* possui para simular situações de perigo nas construções e realizar treinamentos com os funcionários. Os resultados da pesquisa foram considerados positivos para tal situação.

3 METODOLOGIA

No presente capítulo será apresentada a metodologia deste trabalho para alcançar os objetivos elencados anteriormente. Esta pesquisa consiste em um estudo de caso que aplicou uma ferramenta BIM para verificar as não conformidades de uma obra de residência unifamiliar na região do município de Florianópolis, Santa Catarina. Com base neste estudo, são apontadas possibilidades e barreiras de transformação tecnológica neste método atual de gestão da qualidade *in loco*.

As principais etapas e ferramentas para alcançar este propósito serão detalhadas na sequência: (1) determinação de indicadores para seleção do *software* BIM utilizado; (2) descrição do projeto utilizado e empresas parceiras; (3) modelagem do projeto em BIM; (4) inserção do projeto modelado no *software* BIM selecionado (5) determinação dos pontos de conferência de qualidade *in loco*; (6) visitas *in loco* para levantamento dos pontos; (7) organização e leitura dos dados gerados.

3.1 DETERMINAÇÃO DE INDICADORES PARA SELEÇÃO DO SOFTWARE BIM

Para a definição do *software* BIM a ser utilizado no canteiro de obra, foi feito um levantamento dos *softwares* que possuíam potencial de executar a atividade

proposta, incluindo a troca de informações entre as equipes integrantes do projeto. Tal levantamento foi feito através de pesquisas na internet com base nas informações dos fabricantes, conforme já resumido na revisão bibliográfica anteriormente, sendo esses: BIM 360, BIMAnywhere, BIMSync, BIMTrack e Revizto.

Em seguida, solicitou-se aos fabricantes uma versão demonstrativa de cada *software* pré-selecionado, para que se fossem realizados testes. Após realizados tais testes, foi utilizada uma matriz de decisão como metodologia de escolha de um único *software* BIM.

Uma matriz de decisão é uma ferramenta simplificada de apoio a decisão, onde listam-se valores numéricos, critérios e alternativas. E, através do cruzamento desses dados decide-se pela alternativa que possuir o maior valor (AUCTUS, 2017).

Optou-se por tal método de escolha pelo fato de o mesmo permitir se quantificar características inicialmente qualitativas de cada *software*. A metodologia de escolha proposta será apresentada na sequência.

3.1.1 Elaboração da matriz de decisão: critérios de escolha, pontuação e pesos

A confecção da matriz decisão para escolha do *software* BIM utilizado iniciou-se com a determinação dos critérios relevantes para serem avaliados. Esses critérios foram definidos utilizando-se como base as funcionalidades que esses *softwares* precisam possuir. Foram listados dezesseis critérios apresentados a seguir.

3.1.1.1 Critérios utilizados

Foram criados dezesseis critérios para avaliar os *softwares* em questão, sendo eles: navegabilidade, facilidade de manuseio, possibilidade de uso off-line, link das vistas – QR Code, inserção de pendências – objetos ou vistas, controle planejado/executado, inserção de arquivos externos, possibilidade de uso colaborativo, facilidade de importação do modelo, formatos de arquivos aceitos, localizador geográfico, possibilidade de medição, qualidade gráfica, visibilidade de categorias, leitura de parâmetros e compatibilidade multiplataformas.

Em relação à navegabilidade, foram avaliados pontos que consistem na facilidade em “caminhar” pelo modelo. Consideraram-se questões de: quantos ícones

precisam ser acionados para que tal navegabilidade ocorra, o quão facilmente esses ícones são encontrados na barra de tarefas, quais recursos de navegação o *software* possui – caminhar pelo modelo BIM, visualização 360°, possibilidade de uso de realidade virtual. O critério de facilidade de manuseio foi criado para considerar o quão simples é mexer no *software* em questão. Foram avaliadas questões de: facilidade de acesso aos ícones, relação entre o desenho do ícone e sua função e quantos cliques devem ser feitos para obter-se o resultado esperado.

Criou-se avaliações relacionadas à possibilidade de uso *off-line*, uma vez que um ambiente de obras é, normalmente, considerado muito ruim em relação a sinal de internet. Nesse caso, foram considerados critérios de: possibilidade de uso do modelo BIM *off-line* e possibilidade de futura sincronização do modelo BIM com um banco de dados quando obtida conexão à internet. Também julgou-se necessário avaliar a possibilidade de gerar *link* das vistas, tornando-se possível o uso de QR Code. Ao se tratar de interação entre tecnologia BIM e obras, são relevantes recursos que facilitem a interação desses. Julgou-se relevante a possibilidade de geração de um *link* para cada vista gerada - um *link* por ambiente -. A partir desse *link* seria possível gerar um QR Code da vista com possibilidade do mesmo ser impresso e fixado em uma alvenaria do ambiente em questão. Assim, quando o funcionário que estiver exercendo a atividade de conferência dos serviços adentrar ao ambiente, poderá ter facilmente acesso ao modelo BIM do mesmo, com o uso de um leitor de QR Code.

A inserção de pendências em objetos ou vistas foi um critério considerado bastante relevante de ser analisado. Nesse foi avaliada a possibilidade de inserção de *tasks* indicando alguma incompatibilidade entre projeto e execução além de a possibilidade de inserção dessas em um objeto específico, como uma porta, por exemplo, em uma vista como um todo ou em ambos. O controle de serviços planejados e executados também foi um critério analisado, uma vez que os gestores das obras que ficam alocados no escritório por muitas vezes não tem a sensibilidade da relação entre as pendências que já foram solucionadas e as que ainda estão em aberto. Nesse caso, foi criado um critério que julga a possibilidade do *software* possuir um sistema de controle entre pendências já solucionadas e as que ainda estão em aberto, apresentando tal interação através de gráficos e/ou tabelas.

Para que seja mais fácil a visualização de uma incompatibilidade, criou-se o critério de análise chamado inserção de arquivos externos. A realização de vistorias em obras necessita que sejam anexadas informações tanto do projeto quanto da obra executada para que as informações sejam comparadas e a incompatibilidade seja mais facilmente compreendida. Diante de tal motivo, foi inserido tal critério, onde são avaliadas as possibilidades que cada *software* BIM possui de inserção de arquivos externos às anotações de *tasks*, sendo esses arquivos: fotos tiradas *in loco*, manuais dos equipamentos avaliados, algum croqui que seja relevante para melhor entendimento do processo em questão. A realização da gestão das informações também foi avaliada, através do critério possibilidade de uso colaborativo, pois em uma obra tem-se, geralmente, muitas pessoas envolvidas. Essas podem ser os próprios executores da edificação, a equipe de projeto, a equipe interna de gestão da obra ou qualquer outra equipe que faça parte do fluxo de trabalho da empresa. A interação entre essas é de suma importância para a boa execução da obra. Portanto, a troca de informações entre essas equipes deve ser a mais clara e fiel possível, para que assim todos estejam cientes dos problemas e soluções existentes na obra. Pensando em tal comunicação, foi criado tal critério, onde avaliou-se a possibilidade do *software* permitir que mais de uma pessoa possa ter acesso ao modelo BIM da obra, bem como a suas *tasks* e à relação entre pendências geradas e resolvidas.

O critério de facilidade de importação do modelo foi criado, pois o modelo inserido no *software* a ser utilizado será provindo de um outro *software* BIM, sendo no projeto em questão o Autodesk Revit. Nesse critério foram avaliadas questões de: existência ou não de *plug-ins* para o Autodesk Revit, qualidade do modelo importado - informações do projeto que o mesmo consegue manter -, tempo necessário para a inserção do arquivo BIM existente no *software* BIM em questão. Julgou-se necessário analisar questões relacionadas aos formatos de arquivos aceitos. O open BIM é uma forma de integração entre todos os *softwares* BIM através do arquivo com extensão “.ifc”. Porém, ao se transformar um arquivo “.rvt” para “.ifc” tem-se, em alguns casos, perda de informação. Avaliou-se, portanto, a possibilidade de inserção do modelo diretamente na extensão “.rvt”, para que assim não seja perdida informação do modelo BIM e, ainda, se possa acessá-las de forma mais fácil.

A possibilidade do uso de um localizador geográfico foi avaliada, pois usualmente, funcionários residentes em obra utilizam o sistema de plantas baixas para localização na mesma. Portanto, julgou-se relevante a criação de um critério que avalie a possibilidade do *software* possuir um sistema de localização interna, onde o funcionário consiga visualizar o modelo BIM e, ao mesmo tempo, possa se localizar em uma planta baixa do projeto. Um dos critérios mais importantes avaliados foi a possibilidade de medição, uma vez que se tem como uma das principais divergências obtidas nos relatórios de pendência de obras a diferença entre medidas existente nos projetos e realizadas *in loco* – localização de tubulações, dimensões de vãos de esquadrias, dimensão de vãos em níveis osso ou acabados, etc. Esse critério avalia possibilidade de se realizar medidas no modelo BIM através do *software* BIM utilizado *in loco*. O critério qualidade gráfica foi criado, pois a fim de avaliar a facilidade de visualização do modelo BIM *in loco*, bem como de se é possível destacar uma ou outra disciplina de projeto que se queira verificar no momento. Esse avalia tanto propriedades visuais do mesmo, como a possibilidade de se apagar disciplinas não relevantes no momento em questão, possibilidade de deixar uma ou outra disciplina em baixa resolução, enquanto se destaca outras. Avaliou-se, ainda, a possibilidade de realizar tais alterações em *links* importados do próprio Autodesk Revit. Portanto, é também avaliada a interação do *software* em questão com o *software* BIM de modelagem – Autodesk Revit.

A visibilidade de categorias deve ser analisada, pois os relatórios de pendência de obras podem ocorrer por categorias. Por exemplo, pode-se realizar um relatório de pendência de obras de execução de esquadrias. Nesse caso, a categoria esquadrias deve se sobressair em relação as outras categorias existentes. Ressalta-se que tal critério se difere do anterior, pois esse trata-se da visualização de categorias pré-determinadas, enquanto o anterior trata de sistemas como um todo – projetos arquitetônico e/ou complementares. A avaliação da leitura de parâmetros se faz necessária, pois em algumas situações, ao modelar-se uma edificação no *software* BIM Autodesk Revit, tem-se a necessidade de alimentar alguns parâmetros, como por exemplo: dimensões de vergas e contravergas nas esquadrias ou de identificar se a tubulação em questão faz parte de uma prumada ou de uma distribuição horizontal. É importante que tais informações sejam importadas no *software* a ser escolhido. Por

fim, a compatibilidade com multiplataformas foi avaliada com o intuito de que, apesar de o projeto utilizado no trabalho em questão ter sido modelado no software BIM Autodesk Revit, pode haver a possibilidade de, em alguma outra situação, o mesmo ser modelado em algum outro software BIM.

A partir da definição desses critérios, iniciou-se a definição das pontuações e pesos a serem dados para cada critério, que serão descritos a seguir.

3.1.1.2 Pontuação e pesos utilizados

A fim de quantificar uma situação naturalmente qualitativa, foram utilizadas pontuações para cada item citado anteriormente e para cada *software* testado. A pontuação varia de 0 (zero) a 5 (cinco), de acordo com o seguinte critério:

- a) 0 (zero): o *software* não possui a funcionalidade em questão;
- b) 1 (um): o *software* possui a funcionalidade em questão, porém a mesma se dá de uma forma bastante ruim;
- c) 2 (dois): o *software* possui a funcionalidade em questão, porém essa se dá de uma forma ruim;
- d) 3 (três): o *software* possui a funcionalidade em questão e essa se dá de forma satisfatória;
- e) 4 (quatro): o *software* possui a funcionalidade em questão e essa se dá de forma boa;
- f) 5 (cinco): o *software* possui a funcionalidade em questão e essa se dá de forma excelente;

Em seguida, foram atribuídos pesos para cada recurso. Tais pesos foram atribuídos, pois entende-se que algumas tarefas têm maior relevância para a atividade a ser executada no presente trabalho o que outras. Foram atribuídos pesos de 1 (um) a 3 (três), sendo:

- a) Peso 1 (um): atividade importante, porém de baixa relevância;
- b) Peso 2 (dois): atividade importante e de alta relevância;
- c) Peso 3 (três): atividade indispensável para o uso do *software* no referido trabalho.

Deve-se, portanto, multiplicar cada pontuação pelo peso correspondente ao recurso avaliado.

Por fim, chegou-se na matriz decisão apresentada na Figura 11. A composição dessa matriz é a que se segue:

a) Em relação a suas colunas: a primeira coluna é referente recursos avaliados, a segunda aos peso definido para cada software e as terceira, quarta, quinta e sexta colunas relacionam os softwares avaliados.

b) Em relação às linhas: a primeira refere-se ao título da matriz decisão, enquanto as segunda e terceira linhas à identificação das colunas e apresentação dos *softwares* avaliados. Da quarta a décima sexta linha encontram-se recursos avaliados e pontuação de cada *software* - sem multiplicar pelos pesos - e na décima sétima linha: valor total obtido para cada *software* - já multiplicado pelo peso de cada recurso.

Figura 11 - Matriz decisão para escolha do software a ser utilizado

Lista de Avaliação de Softwares						
RECURSOS	Pesos	Pontuação <i>softwares</i> (sem os pesos aplicados)				
		Autodesk BIM 360	BIMAnywhere	BIMSync	BIM Track	Revizto
Navegabilidade	2					
Facilidade de manuseio	3					
Possibilidade de uso off-line	2					
Link das vistas (QR Code)	1					
Inserção de pendências (objetos ou vistas)	3					
Controle planejado/executado	1					
Inserção de arquivos externos (fotos, documentos, etc.)	3					
Possibilidade de uso colaborativo	2					
Facilidade de importação do modelo	2					
Formatos de arquivos aceitos	1					
Localizador geográfico	1					
Possibilidade de medição	3					

Fonte: Autora (2017)

Figura 11 - Continuação matriz decisão para escolha do software a ser utilizado

Lista de Avaliação de Softwares						
RECURSOS	Pesos	PONTUAÇÃO SOFTWARES (SEM OS PESOS APLICADOS)				
		Autodesk BIM 360	BIMAnywhere	BIMSync	BIM Track	Revizto
Qualidade gráfica	1					
Visibilidade de categorias	2					
Leitura de parâmetros	2					
Compatibilidade com multiplataformas	1					
TOTAL (COM OS PESOS APLICADOS)						

Fonte: Autora (2017)

3.1.2 Escolha do software a ser utilizado

De acordo com os critérios apresentados no item 3.2.1, foram testados os softwares indicados no item 2.5 do referido trabalho. Ressalta-se que não foi possível avaliar os softwares Autodesk BIM 360 e BIMAnywhere, uma vez que, em ambos os casos foram baixados os aplicativos e registrada uma conta no site do fabricante, porém o primeiro não permitiu acesso ao modelo BIM - não foi possível exportar o arquivo em “.rvt” para a extensão necessária do software em questão -. Já o segundo – BIMAnywhere - aparentemente permitiu a inserção do arquivo BIM através de um *plug-in* instalado no software Autodesk Navisworks, porém tal modelo não se fez disponível no *tablet* utilizado. Assim, a matriz decisão apresentada na Figura 12 está com os itens desses dois softwares BIM indicados com um “-”.

Figura 12 - Matriz decisão com pontuação para os softwares em questão

Lista de Avaliação de Softwares						
RECURSOS	Pesos	PONTUAÇÃO SOFTWARES (SEM OS PESOS APLICADOS)				
		Autodesk BIM 360	BIMAnywhere	BIMSync	BIM Track	Revizto
Navegabilidade	2	-	-	5	2	4
Facilidade de manuseio	3	-	-	3	3	5
Possibilidade de uso off-line	2	-	-	0	0	5
Link das vistas (QR Code)	1	-	-	5	0	0
Inserção de pendências (objetos ou vistas)	3	-	-	5	4	4
Controle planejado/executado	1	-	-	3	0	0
Inserção de arquivos externos (fotos, documentos, etc.)	3	-	-	4	2	5
Possibilidade de uso colaborativo	2	-	-	3	0	5
Facilidade de importação do modelo	2	-	-	5	1	5
Formatos de arquivos aceitos	1	-	-	4	4	4
Localizador geográfico	1	-	-	0	0	5
Possibilidade de medição	3	-	-	3	0	4
Qualidade gráfica	1	-	-	3	3	5
Visibilidade de categorias	2	-	-	4	2	5
Leitura de parâmetros	2	-	-	4	2	4
Compatibilidade com multiplataformas	1	-	-	1	1	4
TOTAL (COM OS PESOS APLICADOS)		-	-	103	49	128

Fonte: Autora (2017)

Conforme pode-se perceber ao analisar a tabela 2, o software Revizto possuiu a maior nota obtida através da matriz decisão em questão, sendo essa referente a cento e vinte e oito pontos (128), enquanto os outros dois softwares que puderam ser analisados possuíram a pontuação de cento e três (103) e quarenta e

nove (49) pontos. Portanto, foi escolhido o software BIM Revizto para uso de gestão de pendência em obras.

3.2 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR EM CONSTRUÇÃO ADOTADA NO ESTUDO DE CASO

Foi selecionado, para este estudo de caso, uma residência unifamiliar de alto padrão localizada no município de Florianópolis, Santa Catarina, em construção durante o segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018. A seguir, serão apresentadas as empresas responsáveis pelos projetos constituintes e a descrição resumida da edificação.

A residência deste estudo de caso teve seu projeto arquitetônico realizado por uma empresa A, que está há mais de vinte anos no mercado da região de Florianópolis e é especializada em residências unifamiliares e multifamiliares de alto padrão e obras comerciais.

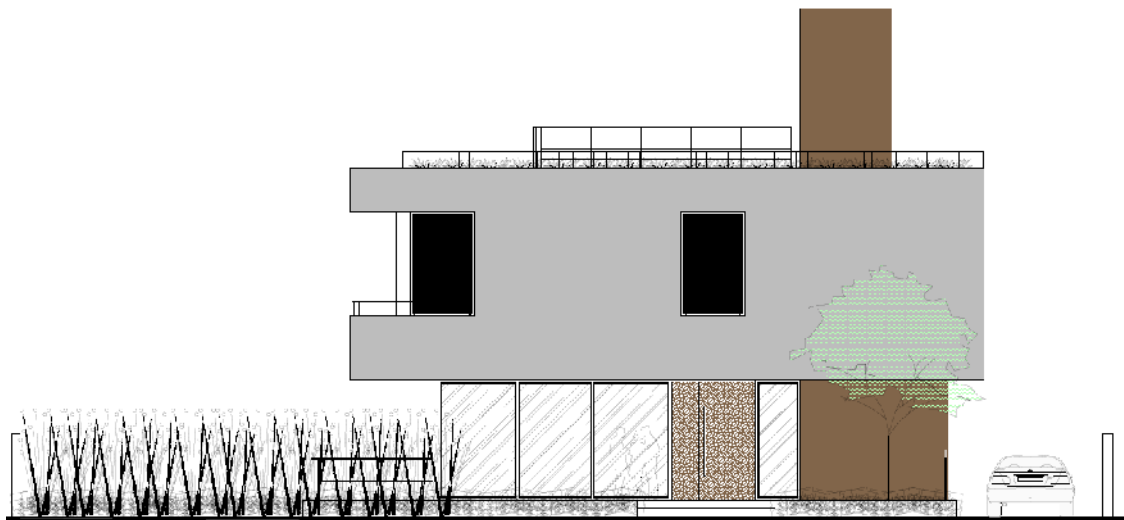
Os projetos elétrico e de telecomunicações foram realizados por uma empresa B, especializada em engenharia elétrica, localizada na cidade de Florianópolis. Por sua vez, o projeto hidrossanitário foi realizado pela empresa C, especializada em projetos de engenharia, localizada na cidade de Palhoça, Santa Catarina. Esta empresa C também foi a responsável pela etapa de compatibilização bidimensional dos projetos da edificação.

Por fim, a empresa D foi responsável pela execução e acompanhamento da obra. Esta é uma construtora de pequeno porte, localizada na cidade de Florianópolis, e está há mais de dez anos no mercado, especializada em construções de residências de alto padrão e obras comerciais.

A residência unifamiliar de alto padrão, com aproximadamente 400m² de área construída, é constituída por quatro pavimentos, sendo esses: subsolo, térreo, superior e cobertura. Na Figura 13 está apresentada a elevação frontal da edificação, enquanto a Figura 14 apresenta a planta baixa do pavimento térreo da mesma edificação, onde estão os ambientes: área social, despensa, circulação e lavabo. Por fim, a Figura 15 apresenta a planta baixa do pavimento superior, onde estão os

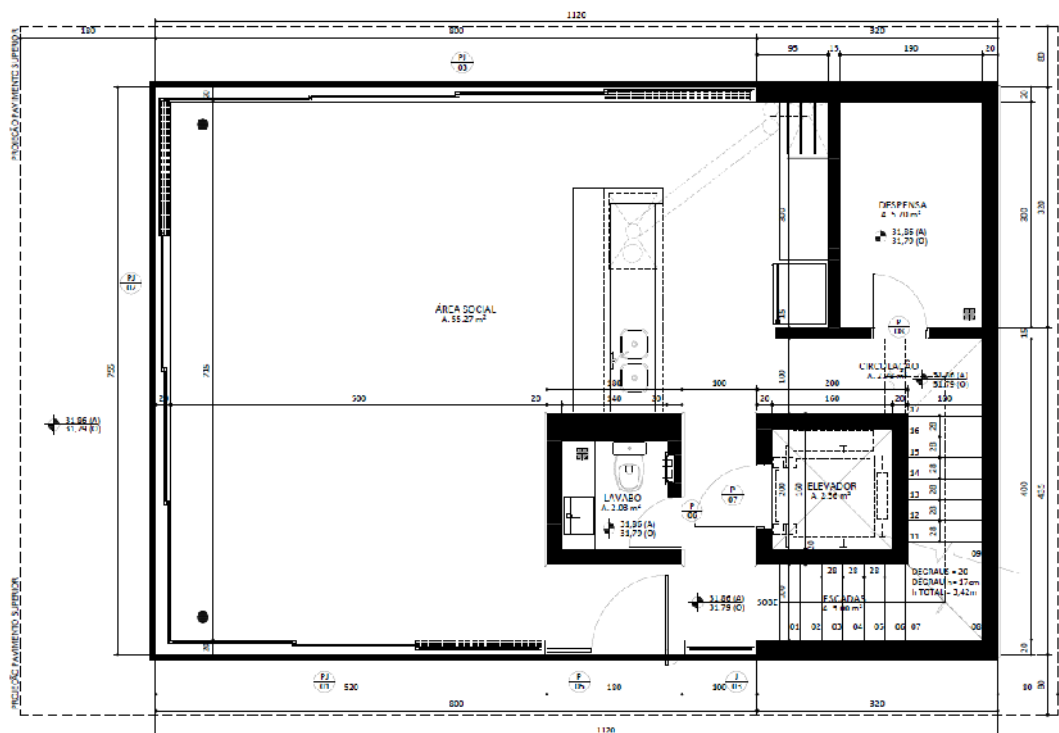
ambientes: dormitório, banheiro, escritório, dormitório e banheiro de hóspedes, circulação, suíte máster e banheiro da suíte máster.

Figura 13 - Elevação frontal da residência



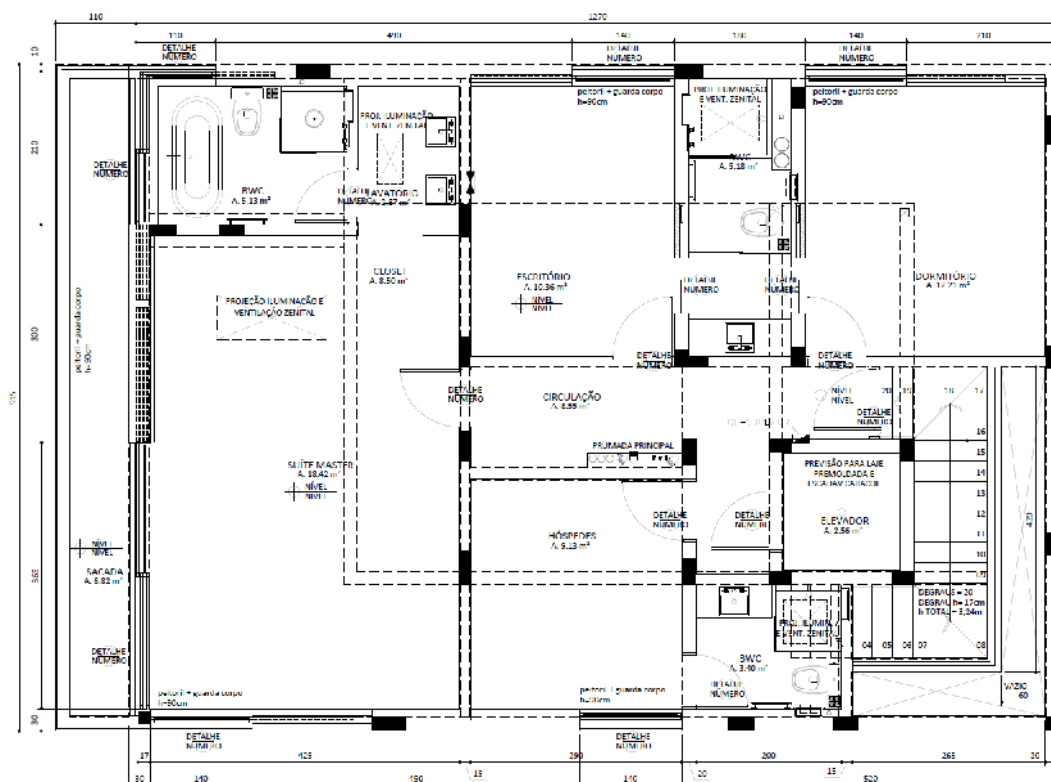
Fonte: Empresa A

Figura 14 - Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: Empresa A

Figura 15 - Planta baixa do pavimento superior



Fonte: Empresa A

O sistema construtivo foi executado com estruturas de concreto armado e vedados com blocos cerâmicos. Já as instalações hidrossanitárias foram executadas de acordo com métodos tradicionais, ligando-se o sistema de esgoto na rede pública. As instalações elétrica e de telecomunicações foram executadas de acordo com as normas vigentes.

3.3 MODELAGEM DO PROJETO EM BIM

Os projetos descritos anteriormente foram disponibilizados em formato “.dwg”, extensão do programa Autodesk Autocad. Ou seja, estes não possuíam informações relacionadas aos elementos construtivos. Portanto, foi necessário criar um modelo dessa residência, utilizando o *software* Autodesk Revit.

Para a criação do modelo BIM, os arquivos em “.dwg” – referentes aos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações – foram inseridos no *software* Autodesk Revit. Realizou-se uma modelagem direcionada da edificação, onde foram

inseridos somente os elementos que seriam visualizados durante as visitas *in loco*. Tal decisão foi tomada por questões de tempo de pesquisa.

Ressalta-se que, em relação a locação das alvenarias, o projeto original, em “.dwg”, resultou somente em um guia para a localização das paredes. Nesse projeto, as paredes se encontravam com dimensões finais, ou seja, com suas dimensões acrescidas do revestimento, em camada única. Conforme orientação de funcionários da empresa D – executora da obra -, essas foram modeladas no eixo central da mesma, pressupondo-se que essa possua revestimento de mesma espessura em ambos os lados.

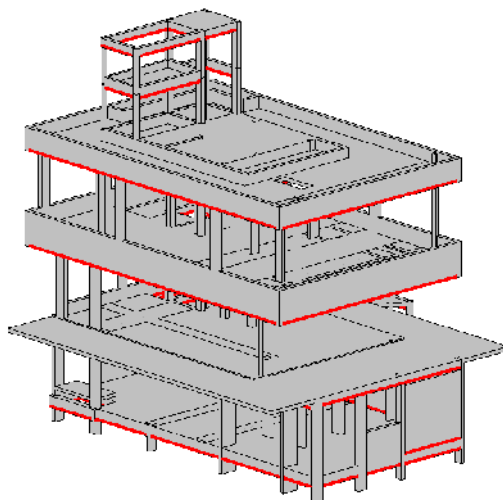
Tal orientação foi dada de acordo com padrões de execução da empresa. Em relação às demais disciplinas, a modelagem se deu exatamente da mesma forma em que se encontram os projetos disponibilizados.

A modelagem da edificação ocorreu de acordo com a sequência de execução da obra, iniciando pela modelagem da estrutura de concreto armado, seguida pela modelagem das paredes e dos vãos das esquadrias e, por último, foi realizada a modelagem tubulações de água fria, água quente e esgoto, bem como a locação dos pontos de elétrica e de telecomunicações (telecom) – de acordo com os projetos específicos disponibilizados.

Em uma segunda etapa, para realizar a modelagem BIM dos elementos, as plantas baixas do projeto estrutural em formato “.dwg” foram preparadas, divididas por pavimento e inseridas no *software Autodesk Revit*.

Assim, com os arquivos inseridos e preparados no Autodesk Revit, iniciou-se a modelagem da estrutura, conforme apresenta a Figura 16.

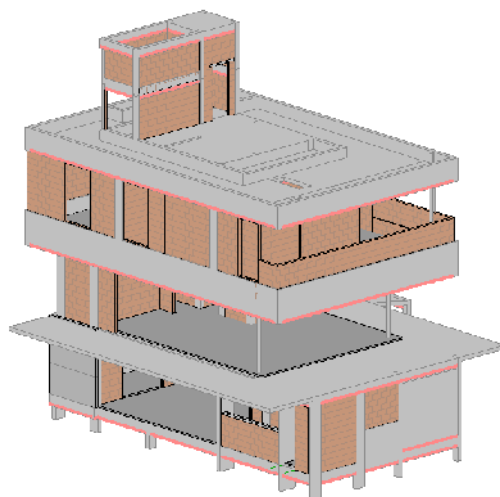
Figura 16 - Modelo BIM da estrutura da edificação



Fonte: Autora (2018)

Na sequência foi realizada a modelagem dos elementos arquitetônicos da edificação. A metodologia da modelagem foi análoga a da estrutura, onde os arquivos em “.dwg” foram preparados – sendo apagados elementos que não seriam modelados no momento – e inseridos no *software* Autodesk Revit. Foi realizada a modelagem das paredes sem revestimento e, sobre estas, os vãos das esquadrias foram inseridos, de acordo com a Figura 17.

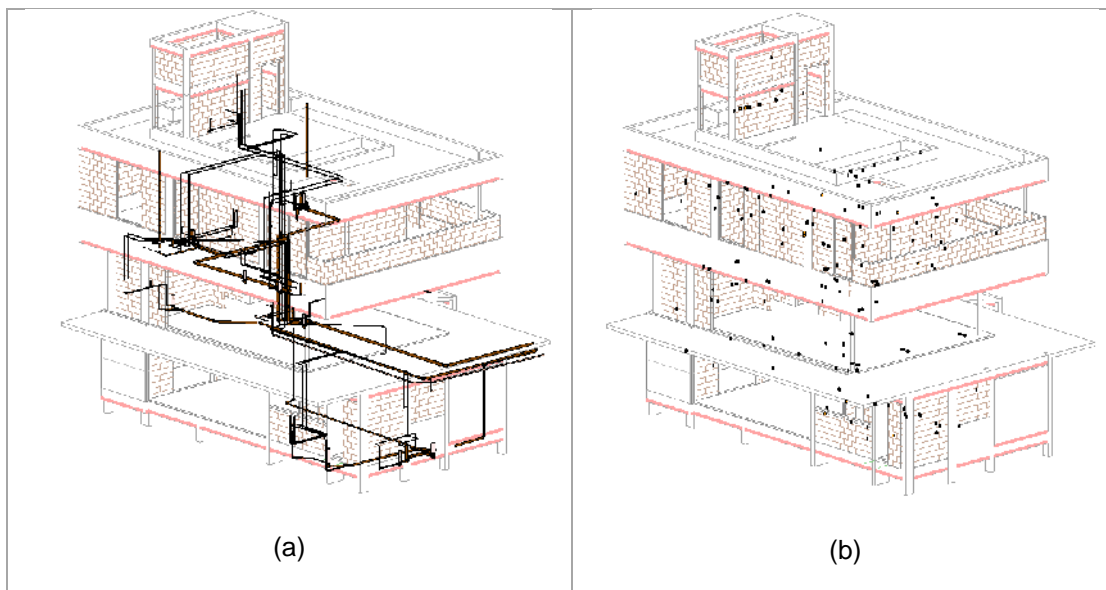
Figura 17 - Modelo dos elementos arquitetônicos da edificação



Fonte: Autora (2018)

Por fim, foi feita a modelagem das tubulações de prumadas e distribuição horizontal dos elementos contidos no projeto hidrossanitário, além das caixas para instalação dos pontos elétricos e de telecomunicações, apresentadas na Figura 18.

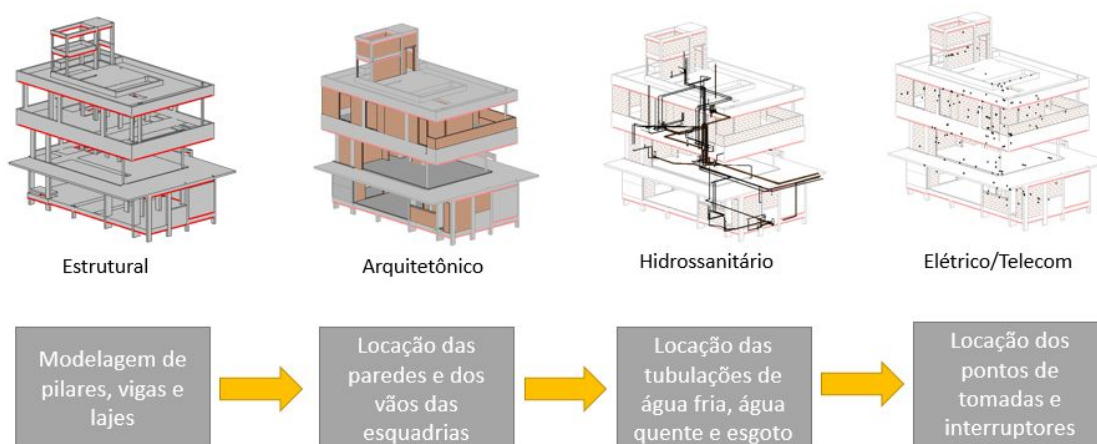
Figura 18 - Modelo das instalações hidrossanitárias (a) e dos pontos elétricos (b)



Fonte: Autora (2018)

A Figura 19 resume as disciplinas modeladas, bem como o que foi feito de cada uma delas.

Figura 19 - Resumo de disciplinas modeladas



Fonte: Autora (2018)

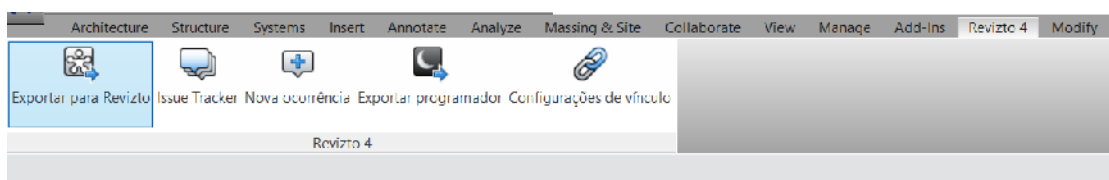
Depois de finalizada a modelagem BIM da edificação, o mesmo estava pronto para a inserção no software BIM Revizto e utilização em obra.

3.4 INSERÇÃO DO PROJETO MODELADO NO SOFTWARE BIM SELECIONADO

Depois de finalizada a confecção do modelo BIM da edificação unifamiliar em questão, houve a inserção de tal modelo no *software* Revizto a fim de se realizar sua aplicação em obra. Devido à grande compatibilidade multiplataformas do Revizto, esse possui um *plug-in* para o Autodesk Revit, que permite que o modelo seja exportado para o Revizto dentro plataforma do *software* de modelagem. A exportação do modelo se deu através do seguinte procedimento:

1. Ao acessar a aba “Revizto 4”, clicou-se em “Exportar para Revizto”, de acordo com a Figura 20;

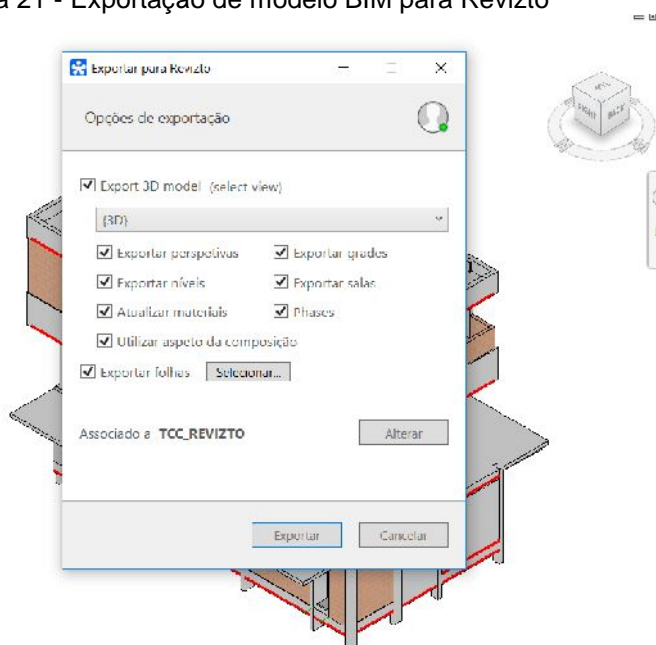
Figura 20 - Inserção de modelo BIM no Revizto



Fonte: Autora (2018)

2. Em seguida, foram selecionadas as informações que seriam exportadas - nas opções de exportação -, conforme indicado na Figura 21;

Figura 21 - Exportação de modelo BIM para Revizto



Fonte: Autora (2018)

3. Clicou-se em “Exportar”, fazendo com que o modelo estivesse pronto para ser acessado no *software* BIM Revizto.

3.5 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE CONFERÊNCIA DE QUALIDADE *IN LOCO*

Depois de inserido o modelo BIM no Revizto, o mesmo se encontrava pronto para utilização em obra. Para a verificação *in loco*, inicialmente, foram determinados quais pontos seriam conferidos nesta pesquisa. E, por questões de tempo e das fases em que a construção se encontrava, foram selecionadas três etapas para serem verificadas: instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e aberturas para esquadrias.

Após delimitados, os pontos de pendência foram anotados no modelo BIM. Esse processo ocorreu de duas formas: uma, no canteiro, diretamente no *tablet*; segunda, antes das visitas em obra, no computador.

A maior parte dos pontos foram anotados antes das visitas. No entanto, uma pequena parte dos pontos de pendência foram feitos *in loco*. Navegou-se pelo modelo BIM, com o auxílio de um *tablet* e ao encontrar o elemento que se queria analisar, mediu-se o parâmetro no momento da visita. Contudo, o tempo disposto para visita à obra era limitado, fazendo com que as anotações *in loco* acabasse por comprometer a verificação efetiva dos parâmetros definidos.

Sendo assim, a anotação das pendências no modelo ocorreu, portanto, na sua grande maioria, antes das visitas em obra. Navegou-se pelo modelo, mediu-se os pontos que seriam analisados e criou-se uma anotação para cada medida no computador, que foi transmitida automaticamente ao *tablet* e confirmada durante a visita em obra.

3.6 VISITAS *IN LOCO* PARA LEVANTAMENTO DOS PONTOS

A verificação dos pontos delimitados se deu por meio de quatro visitas à obra em questão, onde na primeira dessas foi feita uma verificação geral da edificação, juntamente com o técnico em edificações responsável pela execução da mesma. Na segunda visita iniciaram-se as medições de fato, sendo que nessa

realizaram-se medidas no pavimento térreo, na terceira visita foram feitas medidas no pavimento superior e na quarta visita foram feitas medições no pavimento subsolo.

As medições com valores superiores a 0,15 metros foram realizadas com uma trena a laser da marca Bosch, modelo GLM 40. As medidas com valores inferiores a 0,15 metros foram realizadas com uma trena metálica de 10 metros.

3.6.1.1 Primeira visita em obra

A primeira visita em obra foi realizada no dia 13/03/2018 e foram realizadas verificações gerais na edificação, de forma a se planejar como seriam feitas as visitas seguintes. Foram apuradas, com o técnico em edificações responsável pela execução da edificação, datas em que as paredes seriam rebocadas. Tal apuração se deu pelo fato de as medições em questão terem que ocorrer antes das paredes serem revestidas. Na Figura 22 está apresentada uma fotografia da edificação retirada na visita em questão, seguida da imagem do modelo BIM referente a tal fotografia.

Figura 22 - Real x Modelo BIM - Visita 1



Fonte: Autora (2018)

3.6.1.2 Segunda visita em obra

A segunda visita em obra foi realizada no dia 20/03/2018, onde foram medidos os pontos delimitados do pavimento térreo.

Foram realizadas medições relacionadas aos elementos de vedação e estruturais, através das dimensões de esquadrias e dimensões de pé-direito e

questões relacionadas aos projetos complementares ao arquitetônico e ao estrutural, através da posição de elementos de instalações hidrossanitárias e elétrico/telecom.

As informações foram obtidas com as trenas apresentadas anteriormente e registradas com o auxílio de um tablet no *software* BIM Revizto. A Figura 23 e a Figura 24 apresentam fotografias tiradas na visita em questão, seguidas do modelo BIM na mesma posição.

Figura 23 - Real x Modelo BIM - Visita 2



Fonte: Autora (2018)

Figura 24 - Real x Modelo BIM - Visita 2



Fonte: Autora (2018)

3.6.1.3 Terceira visita em obra

A terceira visita em obra foi realizada no dia 22/03/2018, onde foram verificadas dimensões de elementos de esquadrias, pé-direito e posição de elementos de instalações hidrossanitárias e elétrico/telecom do pavimento superior.

Tais dimensões foram geradas com os equipamentos de medição previamente descritos e registrados no software Revizto, com o auxílio de um *tablet*, de forma análoga à visita anterior. A Figura 25 e a Figura 26 apresentam fotografias retiradas na visita em questão, seguidas do modelo BIM correspondente a tal posição.

Figura 25 - Real x Modelo BIM - Visita 3



Fonte: Autora (2018)

Figura 26 – Real x Modelo BIM - Visita 3



Fonte: Autora (2018)

3.6.1.4 Quarta visita em obra

A quarta visita em obra foi realizada no dia 27/03/2018, onde foram realizadas medidas no pavimento subsolo.

As dimensões verificadas foram análogas as dos outros pavimentos e realizadas com os equipamentos previamente apresentados. A Figura 27 e a Figura 28 apresentam fotografias retiradas em tal visita, seguidas do modelo BIM na mesma posição.

Figura 27 - Real x Modelo BIM - Visita 4



Fonte: Autora (2018)

Figura 28 - Real x Modelo BIM - Visita 4



Fonte: Autora (2018)

3.7 ORGANIZAÇÃO E LEITURA DOS DADOS GERADOS

Depois de finalizada a conferencia dos pontos delimitados, foram definidos os pontos considerados conformes e não conformes da edificação. Essa classificação foi feita mediante dados dispostos em tabelas e relatórios gerados automaticamente pelo Revizto. As considerações feitas em relação aos resultados obtidos serão explicadas posteriormente.

3.7.1 Comparação entre os dados obtidos no canteiro de obras e de projeto

Os dados obtidos na obra foram anotados no Revizto e, quando finalizadas as visitas, as informações foram compiladas de forma a gerarem os dados da Tabela de Análise dos Dados, apresentada no Apêndice A. Essa tabela foi dividida em colunas que indicam as seguintes informações:

- a) Coluna 1 – ID: Está indicado o número de identificação da pendência no Revizto;
- b) Coluna 2 – Atividade verificada: Estão apresentados todos os itens verificados;
- c) Coluna 3 – Medida em projeto (m): Indica as medidas obtidas no modelo BIM, em metros;
- d) Coluna 4 – Medidas in loco (m): Indica as medidas obtidas em obra, em metros;
- e) Coluna 5 – Diferença entre projeto e obra – valor absoluto: Indica, em módulo, a diferença de medida o que foi obtido através do modelo BIM e o que foi medido em obra;
- f) Coluna 6 – “Iguais?": Indica se as medidas de projeto e *in loco* são iguais. Nessa coluna os valores podem possuir dois status sendo: “Iguais”, quando as medidas de projeto e de obra tiverem o mesmo valor; “Diferentes”, quando as medidas de projeto e de obra não forem as mesmas;
- g) Coluna 7 – “De acordo?": Indica se as medidas de projeto e in loco estão de acordo, dentro de considerações feitas. Nessa coluna os valores podem possuir três status sendo: “De acordo”, quando as medidas de projeto e de obra estão de acordo dentro do valor de tolerância; “Em desacordo”, quando as medidas de projeto e de obra estão em desacordo, mesmo considerando-se o valor da tolerância; “Inexistente”, quando a medida em obra não pode ser verificada, seja pelo ponto não existir in loco, ou pelo local em que o mesmo se encontra se mostrar inacessível.

A Figura 29 ilustra a planilha apresentada acima, indicando suas colunas, conforme previamente apresentado.

Figura 29 - Exemplo de Tabela de Análise de Dados

ID	Atividade	Medida em projeto (m)	Medida in loco (m)	Diferença entre projeto e obra – valor absoluto	Iguais?	De acordo?
7	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 1	2,56	-		Diferentes	Inexistente
9	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 2	2,56	2,57	0,01	Diferentes	De acordo

Fonte: Autora (2018)

As considerações realizadas na coluna 7 levam em consideração alguns fatores que podem gerar inconsistências entre os valores de projeto e de obra, que são: o fato dos profissionais que executaram a obra não terem o modelo BIM para consultar, somente o projeto impresso – fato que faz com que os mesmos tenham menos acesso a detalhes do que quem realizou a verificação; adoção, em obra, de medidas inteiras para a alocação dos pontos que no projeto poderiam não estar iguais; alterações de projeto por conta de conflito entre disciplinas, entre outros.

Portanto, considerando-se que, apesar da verificação dos serviços serem feitas através de modelo BIM a execução foi feita sem tal modelo, optou-se por adotar um valor de tolerância para cada grupo de medições. Sendo assim, os valores obtidos em obra foram considerados “de acordo” com o de projeto se esses possuísem o valor da medida em projeto mais a tolerância ou o valor de projeto menos a tolerância.

O cálculo dessa tolerância foi feito de forma que foram separados os tens em quatro subgrupos, sendo esses: medidas de esquadrias, medidas de pé-direito e peitoril, medidas de tubulações e medidas de pontos elétricos. Para cada grupo de medidas, excluiu-se os valores discrepantes – que foram considerados uma alteração de projeto e não uma imprecisão de execução -, e calculou-se o desvio padrão médio dessa diferença.

Os valores discrepantes foram calculados através do método dos quadrantes, onde se calcula o valor do quadrante 1 (QD1) e quadrante 3 (QD3) e se obtém o valor da amplitude interquartil (IQR), utilizando-se a equação 1.

$$IQR = QD3 - QD1 \quad (1)$$

Em seguida, foram calculados os limites inferior (Linf) e superior (Lsup), através das equações 2 e 3. Considerou-se um ponto discrepante o valor acima do limite superior.

$$Linf = Média Aritmética simples - (1,5 \times IQR) \quad (2)$$

$$Lsup = Média Aritmética simples + (1,5 \times IQR) \quad (3)$$

Depois de definidos os pontos discrepantes obtidos, foram realizadas análises em relação às informações existentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa em questão. Inicialmente foi realizada a aplicação do Revizto no canteiro de obras, iniciando com a anotação dos pontos avaliados, seguida da conferência *in loco*. Em um segundo momento foram gerados relatórios no Revizto e utilizadas suas informações para análise das informações obtidas. Por fim, foi gerado um fluxo de trabalho, apresentando as atividades executa

4.1 APLICAÇÃO DO REVIZTO PARA CONFERÊNCIA DE NÃO CONFORMIDADES

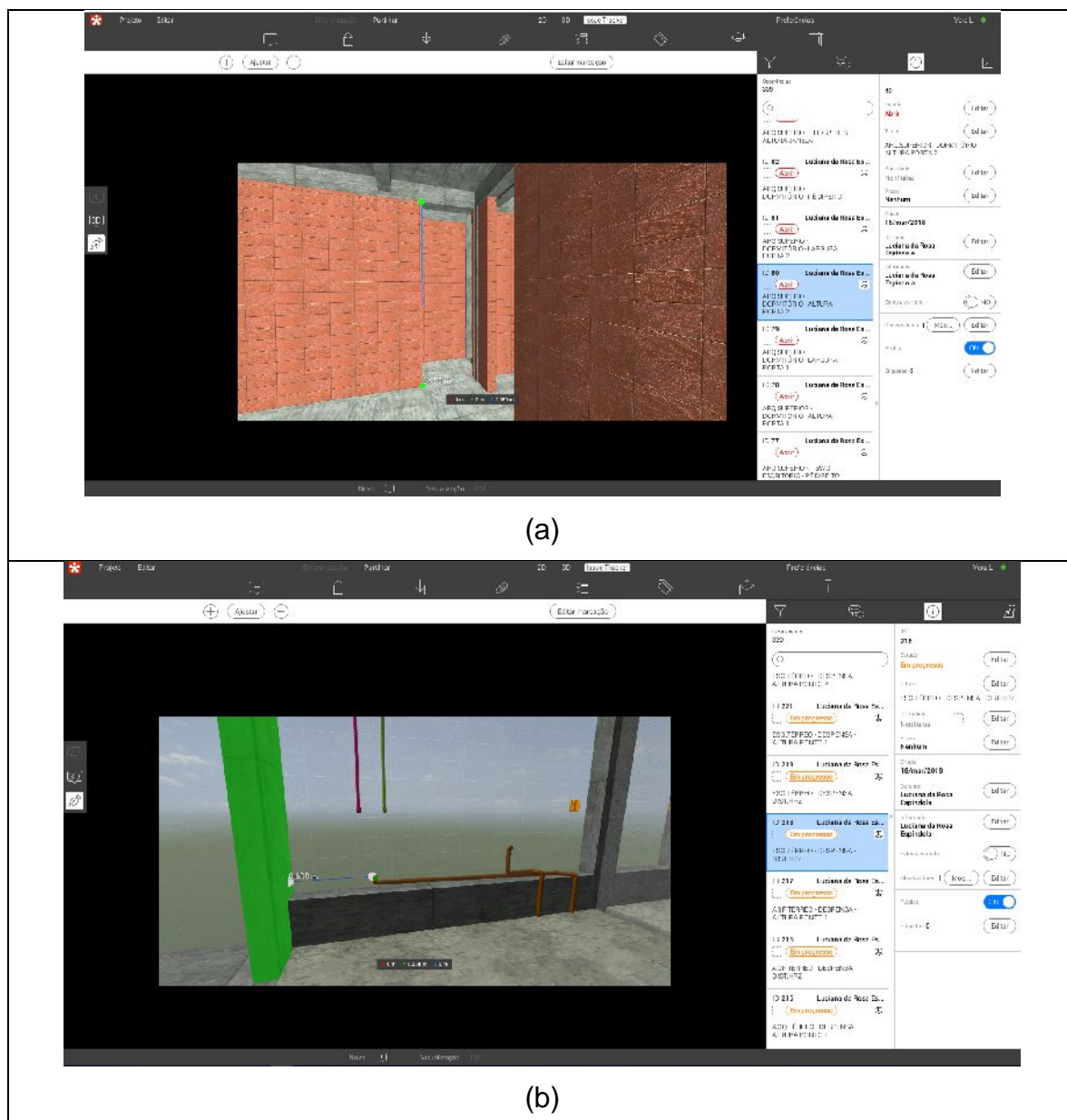
A verificação dos serviços executados foi feito com base nas fichas de verificação de serviços, indicada pelos programas para garantia da qualidade. Por questões de tempo, foram selecionadas três etapas da execução de uma edificação para serem verificadas: instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e dimensão dos vãos das esquadrias. Depois de inserido o modelo BIM no Revizto, o mesmo se encontrava pronto para utilização em obra. A análise dos resultados obtidos se dará na sequência.

4.1.1 Anotação dos pontos a serem analisados no canteiro, utilizando o Revizto

Foram determinados 339 pontos de não conformidades, sendo oitenta e sete dessas relacionadas aos projetos de vedações e estrutural, englobando questões de: altura de pé-direito e dimensão de vãos de esquadrias; e duzentas e cinquenta e duas relacionadas aos projetos de instalações, onde foram medidas as alturas dos pontos de água fria, água quente, esgoto, elétrico e telecom, bem como a distância desses pontos ao elemento estrutural, normalmente utilizando-se os pilares, a parede mais próxima.

Na Figura 30 estão apresentadas duas anotações realizadas no Revizto, onde a primeira (a) apresenta uma não conformidade relacionada aos projetos arquitetônico e estrutural, enquanto a segunda apresenta uma não conformidade relacionada aos projetos de instalações.

Figura 30 - Exemplo de anotações de arquitetura (a) e instalações (b), no Revizto



Fonte: Autora (2018)

4.1.2 Conferência dos pontos anotados

Conforme já avaliado anteriormente, o Revizto é um *software* com boa facilidade de navegação. Após inserido o modelo BIM no mesmo, a navegação no

mesmo é bastante intuitiva. Para uso desse o mesmo foi levado a campo com o auxílio de um *tablet*.

A navegação no modelo BIM *in loco* ocorreu conforme foi se caminhando pela obra e ao mesmo tempo no modelo BIM. Ao se analisar uma etapa da obra, comparou-se a informação obtida em campo com a que constava na anotação criada no modelo BIM, a fim de se verificar se essas estão compatíveis. Como por exemplo, ao ser analisado se uma esquadria está na posição correta, mediu-se a mesma *in loco* e comparou-se com o valor de medida do modelo BIM. Se as medidas estivessem iguais, esse não foi considerado um ponto de não conformidade. Caso contrário, o ponto foi indicado como uma pendência, ou não conformidade. No final da vistoria, todas as incompatibilidades encontradas foram registradas, em forma de anotações.

As informações *in loco* foram registradas, portanto, aplicando-se a metodologia mencionada anteriormente através de quatro visitas a obra. Por fim, foram gerados documentos a partir do Revizto e utilizadas suas informações para análises posteriores.

4.2 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS NO CANTEIRO

Os informações obtidas na obra foram medidas nas visitas, anotadas no Revizto e comparadas com os valores de projeto, provindos do modelo BIM. A análise desses dados será feita a seguir.

4.2.1 Documentos gerados a partir do Revizto

Uma vez levantados os dados referentes aos levantamentos em obra e a partir do modelo BIM produzido, gerou-se a partir do Revizto dois relatórios, que compilam as informações obtidas. Esses foram produzidos automaticamente pelo *software* em questão e serviram como base para as análises de dados futuras.

Desses dois relatórios produzidos um tem formato “.pdf” e o outro é uma planilha eletrônica, compatível com o *software* Microsoft Excel.

4.2.1.1 Relatório fotográfico

Foi gerado um relatório fotográfico dos registros obtido ao longo das visitas a obra. Esse relatório, apresentado no anexo 1, indica o nome, a identificação e o status de cada pendência, a imagem do modelo BIM em que a mesma se encontra e quaisquer imagens – fotografias – ou materiais anexados a cada anotação.

O relatório em questão foi utilizado para fins de registro de informação. É de grande utilidade para mapeamento das não conformidades existentes, detalhamento dessas e registros para futuras obras, fazendo com que as mesmas pendências não sejam recorrentes.

4.2.1.2 Planilha eletrônica

Um outro relatório gerado foi no formato de planilha eletrônica, compatível com o *software* Microsoft Excel. Esse também foi produzido automaticamente pelo Revizto com a finalidade de gerenciar as pendências existentes, bem como de gerar dados para a análise. O relatório em questão está apresentado no Anexo 2.

A planilha gerada contém informações de: identificação da não conformidade, imagens obtidas, responsáveis pelo registro da anotação, status da mesma, dentre outros. Os dados obtidos através dela foram utilizados para realizar as comparações entre as informações de projeto e obra posteriormente apresentados.

4.2.2 Troca de informações e comunicação instantânea

O compartilhamento de dados entre os envolvidos nos projetos é uma característica importante das ferramentas BIM. No trabalho em questão essas serviram de comunicação entre os envolvidos no projeto.

Qualquer dado relacionado a troca de informações no Revizto acontece na aba “Issue Tracker”, localizada na parte superior da tela. Nessa aba estão contidas todas as anotações feitas, elencadas pelo seu número de identificação, o ID. Ao clicar em uma das anotações de não conformidade, podem ser selecionadas duas abas, onde a primeira tem a finalidade de criar uma conversa de anotações da pendência, que permite anexar quaisquer informações sobre o ponto, além de fotografias.

A segunda aba é a de informações, nessa aba é possível alterar o status da não conformidade em questão, que são: abrir, em progresso, resolvido e fechado;

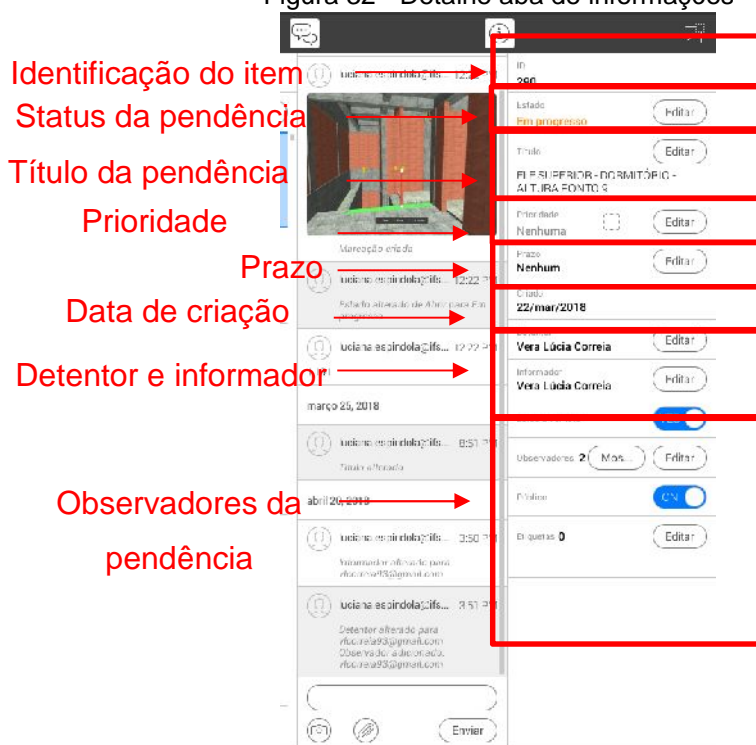
o título dessa; a prioridade da mesma, podendo ser: Paralisadora, Crítica, Importante, Razoável, Trivial e Nenhuma; o prazo para término da mesma; o detentor e o informador da pendência, sendo o primeiro a pessoa responsável por essa e o segundo a pessoa que irá realizar a atualização de status; acrescentar e-mails de pessoas que podem visualizar tal anotação. A Figura 31 apresenta uma imagem da aba "Issue Tracker", com a identificação de cada item descrito anteriormente, enquanto a Figura 32 apresenta um detalhe das abas de conversa e de status, respectivamente.

Figura 31 - Guia "Issue Tracker"



Fonte: Autora (2018)

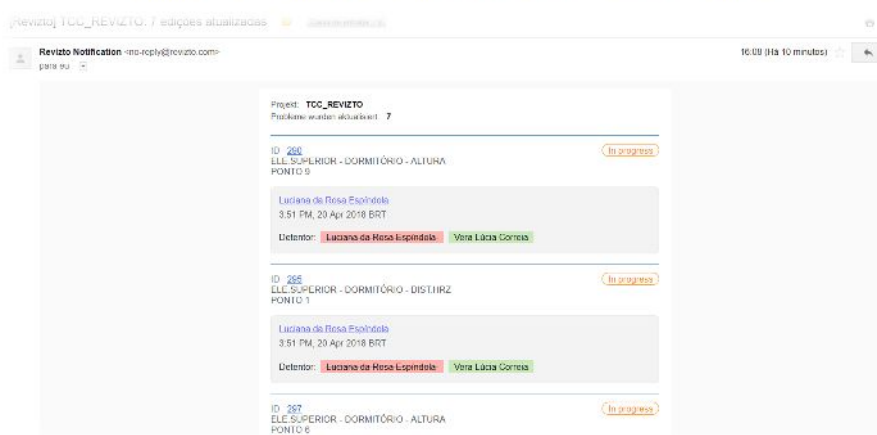
Figura 32 - Detalhe aba de informações



Fonte: Autora (2018)

Sempre que uma não conformidade sofrer alguma alteração referente ao responsável pela resolução da mesma, esse responsável recebe um e-mail identificando tal alteração. A Figura 33 apresenta o e-mail enviado, com suas informações.

Figura 33 - E-mail automático para troca de informação

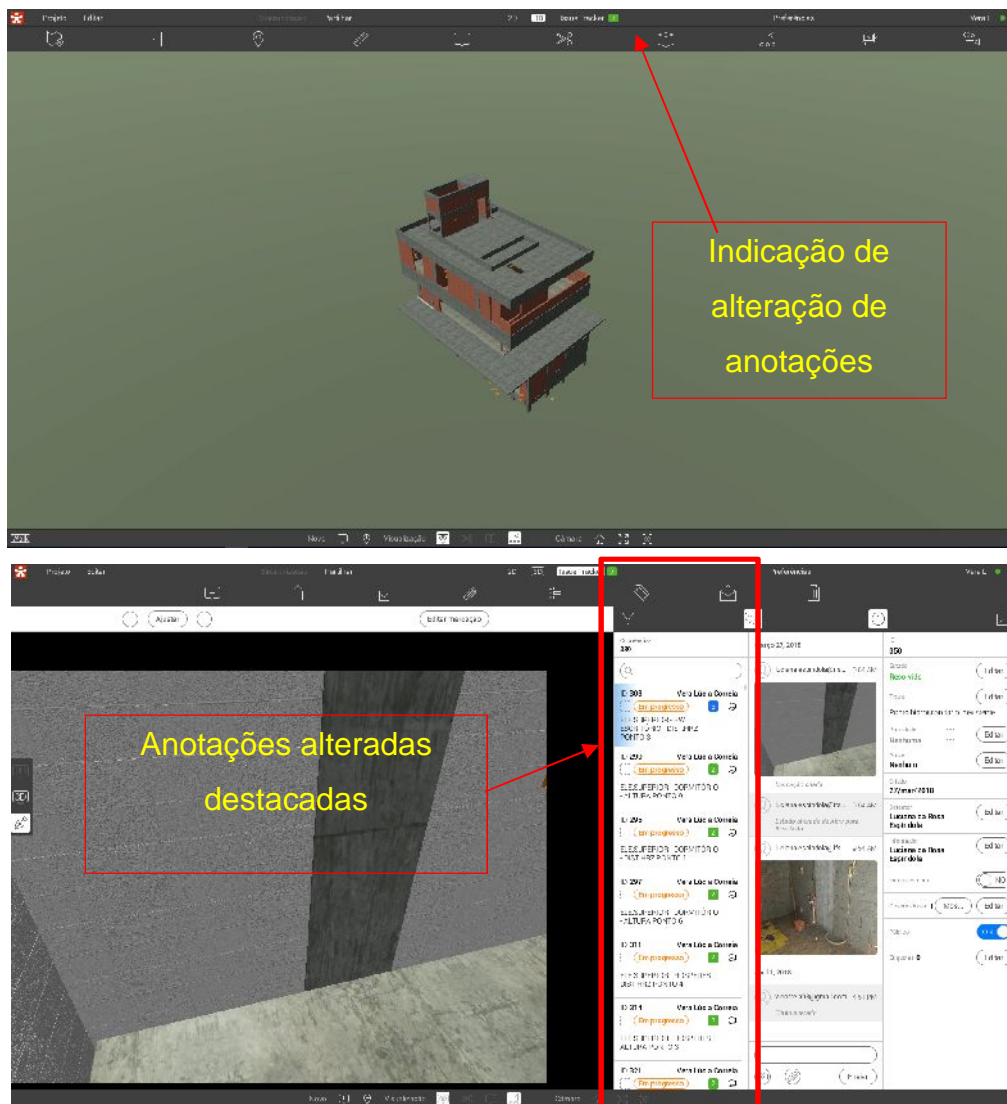


Fonte: Autora (2018)

No trabalho em questão foram simuladas algumas trocas de responsabilidades por resolução das pendências, resultando no que está indicado na

Figura 34, onde as anotações transferidas estão destacadas, sendo possível identificá-las facilmente.

Figura 34 - Destaque de não conformidades alteradas



Fonte: Autora (2018)

A troca de dados entre as equipes de dá por meio dos itens “Detentor” e “Informador”, localizados na aba de informações. Esses usuários, que devem ser pré-cadastrados pelo responsável pela gestão do Revit, são inseridos como “Detentor”, se esse for responsável pela não conformidade ou “Informador”, se esse for responsável somente por atualizar os status. Assim que tal pessoa for identificada como um desses usuários, essa receberá um e-mail, conforme apresentado na Figura 33 e terá suas não conformidades destacadas, conforme indicado na Figura 34.

Quando o profissional é cadastrado no Revizto pelo gestor da obra, esse pode possuir limitações de acesso de acordo com seu tipo usuário. Os tipos de usuários existentes são:

- a) Super administrador: Usuário com atribuições plenas no projeto. Pode incluir outros usuários e alterar parâmetros de tarefas;
- b) Administrador: Possui atribuições semelhantes ao do super administrador, se diferencia somente pelo fato desse ser contado como um membro do projeto, sendo considerado um usuário, enquanto o nível super administrador não diminui um usuário possível;
- c) Editor de conteúdo e colaborador: Pode realizar alterações dos parâmetros das tarefas, porém somente nos projetos em que está inscrito;
- d) Colaborador: Não pode inserir outros colaboradores e nem criar novos projetos, sendo permitido somente criar anotações nos projetos em que está inscrito;
- e) Visitante: Não é considerado um usuário, uma vez que pode somente visualizar informações do projeto em que está inscrito.

4.2.3 Dados de não conformidades levantados

De acordo com os valores indicados na Tabela 1, considerando os valores de tolerância calculados de acordo com as equações apresentadas, foram obtidas as quantidades de não conformidades.

Tabela 1 - Dados das não conformidades geradas

Dados - Não conformidades geradas			
Total de não conformidades geradas:	339 pontos		
Pontos realmente medidos:	258 pontos		
Pontos totalmente iguais:	12 pontos		
Status da não conformidade	Quantidade	Porcentagem em relação ao total	Porcentagem em relação aos realmente medidos
De acordo:	90	26,55%	34,88%
Em desacordo:	168	49,56%	65,12%
Inexistentes:	81	23,89%	-
TOTAL	339	100,00%	100,00%

Fonte: Autora (2018)

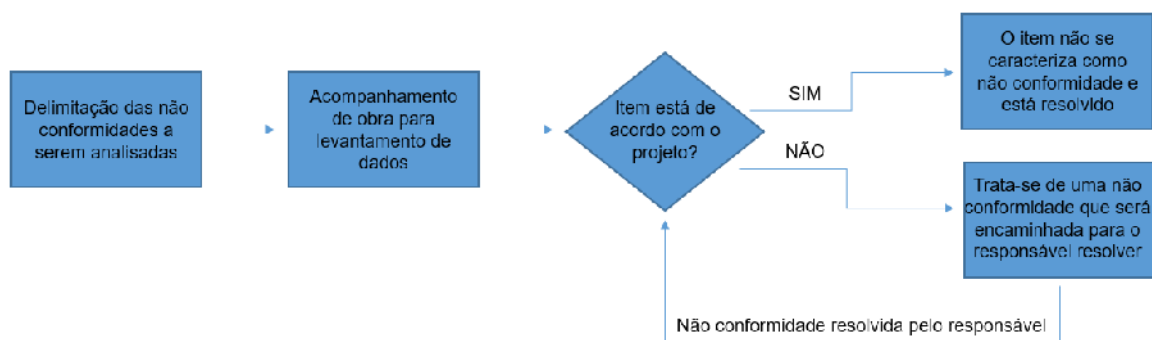
De acordo com os dados obtidos na Tabela 1, pode-se identificar o total de não conformidades existentes, que são os valores criados com a finalidade de serem verificados *in loco*. Tem-se um valor total de trezentos e trinta e nove (339) anotações, conforme previamente citado. Entende-se, ainda de acordo com os dados apresentados, como pontos realmente medidos como os pontos que puderam ser acessados em obra, descontando-se, portanto, os oitenta e um (81) pontos de pendência indicados como “Inexistente” na tabela apresentada no Apêndice A. Ainda está indicado na tabela em questão os pontos totalmente iguais, ou seja, que possuem os mesmos valores em projeto e em obra, que foram doze (12) pontos.

Em uma segunda etapa, ainda na Tabela 1, estão apresentadas as quantidades de pontos apontadas como “De acordo”, “Em desacordo” e “Inexistentes”, sendo noventa (90), cento e sessenta e oito (168) e oitenta e um (81), respectivamente. Foram ainda identificadas as porcentagens de não conformidades em relação as totais. Na primeira coluna de porcentagens, chamada de “Porcentagem em relação ao total”, está indicada a porcentagem de cada status de não conformidade em relação ao número total de itens mapeados – 339 – totalizando 26,55% de anotações com status “De acordo”, 49,56% de anotações com status “Em desacordo” e 23,89% de pendência com status “Inexistente”. Na segunda coluna de porcentagens, identificada como “Porcentagem em relação aos realmente medidos”, estão apresentadas as porcentagens de cada status em relação ao número de não conformidades realmente medidas, excluindo-se as “Inexistentes”. Nessa situação foram totalizadas 34,88% de anotações com status “De acordo” e 65,12% de anotações com status “Em desacordo”.

4.3 FLUXO GERAL

Ao analisar-se as etapas necessárias para a obtenção dos resultados apresentados anteriormente, obteve-se o fluxograma indicado na Figura 35, onde está descrita a sequência de trabalho realizada, iniciando pelo levantamento de pendências a serem verificadas, seguidas dos acompanhamentos em obra.

Figura 35 - Método de trabalho



Fonte: Autora (2018)

Conforme verificado anteriormente, foi possível a conferência de duzentos e cinquenta e oito pontos de não conformidade e, desses, 65,12% estavam em desacordo com o indicado no projeto executivo. Portanto, alguma medida deveria ser tomada antes que se continuassem as demais etapas construtivas. Ao consultar-se a empresa A, executora do projeto, essa informou que não realizam tal etapa de verificação através da metodologia proposta. Segundo a mesma, tais inspeções ocorrem visualmente.

O uso do Revizto durante toda a etapa de execução da obra proposta seria de grande relevância, uma vez que possibilitaria a gestão dos pontos de não conformidades mapeados, permitiria que o responsável pela mesma fosse atualizado em tempo real no que diz respeito a resolução das não conformidades contidas na mesma. Por fim, ainda seriam produzidas informações para serem usadas como base de dados para futuras obras.

5 CONCLUSÕES

A indústria da construção civil está se tornando cada vez mais competitiva e complexa. O grande número de profissionais envolvidos em um projeto e o grande número de sistemas contidos em uma edificação fazem com que cada vez mais seja necessária a obtenção de mecanismos de controle e gestão para que ocorra uma boa interação entre todos esses profissionais.

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho de conclusão de curso, pode-se perceber que para que se consiga obter uma gestão da qualidade efetiva em uma obra é interessante que sejam utilizadas ferramentas computacionais, como o

BIM, uma vez que anotações em papel tendem a ser extraviadas e não levam a informação instantânea a todos os envolvidos no empreendimento. Através de uma ferramenta BIM é possível que se possua um controle das informações geradas, bem como permite que o compartilhamento dessas informações seja efetivo e abranja todos os envolvidos no projeto em tempo real.

No que diz respeito à centralização da informação, foi constatado que o uso do Revizto foi de grande relevância, uma vez que com quatro visitas à obra foi possível verificar todos os pontos que se julgou relevante, de uma edificação unifamiliar por completo, sem se fazer necessárias visitas extras para complemento de informação. Todos os pontos verificados tiveram suas medidas anotadas e suas fotografias registradas, conforme apresentados nos relatórios contidos nos anexos A e B, sem perda de informação. A visualização da edificação também se mostrou bastante satisfatória, fazendo com que durante as quatro visitas em questão não fosse preciso consultar os projetos executivos da edificação, sendo o modelo BIM utilizado com o auxílio do *tablet* suficiente para suprir todas as necessidades de visualização de detalhes.

Com relação à troca de informação entre os envolvidos na obra, o uso do Revizto também se mostrou bastante útil, sendo que as simulações feitas entre os integrantes do projeto foram realizadas com êxito, onde todos receberam e-mails automáticos em tempo real quando cada alteração foi realizada. As restrições de acesso dos usuários se mostram bastante interessantes, uma vez que permite que não haja conflito entre as tarefas executadas por cada membro do projeto, onde cada um responde somente pelas atividades que cabem a sua função na construção.

De acordo com as informações obtidas com as empresas parceiras do presente trabalho, pode-se extrair algumas conclusões em relação aos projetos executivos e à execução dos mesmos. Em relação aos projetos executivos, percebeu-se que os mesmos ainda não são comumente feitos com o auxílio de uma plataforma BIM, fazendo com que o nível de detalhamento desses seja baixo e algumas informações contidas neles não esteja apresentada de forma clara. Em algumas situações, durante a modelagem, foi preciso arbitrar informações de posição de pontos ou de tubulações, já que essas não estavam especificadas em projeto. Tais considerações, no sistema atual de execução de obras, são feitas *in loco*, acarretando

muitas vezes em soluções menos técnicas e mais onerosas. Ainda em relação aos projetos executivos, percebeu-se que foi feita uma compatibilização bidimensional dos mesmos, porém essa não se mostrou efetiva em sua totalidade. Grande parte das não conformidades relacionadas à visualização tridimensional, como por exemplo furação nas vigas, não foram mapeadas, acarretando novamente em situações onde foi preciso arbitrar algumas informações.

Ao se tratar das conclusões relacionadas ao processo construtivo, percebeu-se que o mesmo ainda está aquém do ideal. Ainda é um processo extremamente artesanal, onde os profissionais não tem a cultura da verificação das não conformidades. No geral, os projetos executivos são entregues de forma impressa aos funcionários, projetos esses que possuem um número limitado de informações e detalhamentos. Essa situação faz com que, por muitas vezes, o executor da tarefa acabe resolvendo questões com o intuito de “resolver o problema”, que poderia ser antecipado e resolvido de forma mais racional ao se utilizar uma ferramenta BIM. Quando há questões de alteração de projeto ou incompatibilidades detectadas, a metodologia utilizada atualmente é a de telefonar para o projetista. Essa alternativa se mostra pouco eficiente, uma vez que muitas vezes não é possível se apresentar todas as dúvidas por telefone, criando soluções que não se mostram as mais assertivas.

De acordo com o mapeamento de não conformidades obtido, bem como com o índice de informações classificadas como “de acordo” e “em desacordo” como projeto, foi possível perceber que o uso de uma ferramenta BIM no canteiro de obras seria de grande relevância para que essas informações ditas como “em desacordo” sejam resolvidas da forma mais racional possível, dentro de pouco tempo. Isso ocorreria pelo fato de essas informações chegarem aos responsáveis em tempo real. Assim é possível que se corrijam tais não conformidades em tempo hábil para que não ocorram atrasos na obra e nem retrabalhos causados por tais inconformidades.

Ressalta-se, ainda, a importância de se iniciar o uso de ferramentas BIM já na fase de projetos, sendo assim possível que se antecipe grande parte das incompatibilidades, sendo resolvidas antes mesmo do projeto chegar na obra. É ainda possível que seja realizado o quantitativo dos materiais utilizados, bem como da mão-

de-obra a ser contratada, acarretando em uma previsão mais efetiva dos custos para a construção da edificação.

6 REFERÊNCIAS

ACTUS. **Ferramenta - Matriz Decisão**. Disponível em: <<http://www.auctus.com.br/ferramenta-matriz-de-decisao/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

AGUIAR, Francisco Alves de. **Gerenciamento das pendências em obras públicas de construção civil**. 2004. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

ALENCASTRO, João Paulo Ulrich de. **Diagnóstico das práticas de coordenação e compatibilização de projetos no mercado de construção civil de Florianópolis-SC**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ANTUNES, Leandra. **IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM EMPRESAS GERENCIADORAS DE OBRAS: ASPECTOS CONCEITUAIS E CARACTERÍSTICAS**. 2008. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Mba em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia., São Paulo, 2008.

AQUINO, Nuno André Gonçalves. **TIC – TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA A MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2014.

AUTODESK BIM 360. Disponível em: <<https://bim360.autodesk.com/>>. Acesso em: 16 set. 2017.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho Escola de Engenharia, Guimarães, 2009. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10695>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

AZHAR, Salman. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and management in engineering**, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

BALLARD; HOWELL. WHAT KIND OF PRODUCTION IS CONSTRUCTION? **Proceedings Igic**, Berkeley, 1998.

BARRETO, Bruna Vieira et al. O BIM no cenário de arquitetura e construção civil brasileiro. **CONSTRUINDO**, v. 8, n. 2, 2016.

BERR, Leticia Ramos; FORMOSO, Carlos Torres. Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.1-2, 2012. Trimestral.

BIMANYWHERE - Everything you need at your fingertips. Disponível em: <<http://bimanywhere.com/>>. Acesso em: 16 set. 2017.

BIMSYNC - Build better together. Disponível em: <<https://bimsync.com/>>. Acesso em: 16 set. 2017.

BIM Track - Collaborative platform for BIM coordination. Disponível em: <<https://bimtrack.co/en>>. Acesso em: 16 set. 2017.

BRASIL. **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil - Siac**: Regimento Geral Regimento Específico da Especialidade Técnica Execução de Obras. Brasília, 06 jan. 2017.

BICALHO, Felipe Cancado. Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras de pequeno porte. **Belo Horizonte**, v. 147, 2009.

CUPERSCHMID, A.R.M; FREITAS, M. R. de. **Possibilidades de uso de Realidade Aumentada Móvel para AEC**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2013. p. 1-12.

CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy; RUSCHEL, Regina Coeli; MARTINS, Felipe Alonso. **USO DE REALIDADE AUMENTADA PARA VISUALIZAÇÃO DO MODELO DA EDIFICAÇÃO. V Tic**, Salvador, ago. 2011. Disponível em: <http://www.academia.edu/4910959/USO_DE_REALIDADE_AUMENTADA_PARA_VISUALIZAÇÃO_DO_MODELO_DA_EDIFICAÇÃO>. Acesso em: 12 ago. 2017;

DANTAS FILHO, João Bosco Pinheiro et al. **ESTADO DE ADOÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EM EMPRESAS DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO DE FORTALEZA/CE**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife: Ufpe, 2015. v. 1, p.1-12. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/tic2015/060.pdf>.

DE FREITAS, Márcia Regina. O CANTEIRO DE OBRAS BRASILEIRO EM TERMOS DA ADOÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS–EM BUSCA DE MELHORIA DAS PRÁTICAS ATRAVÉS DA INOVAÇÃO DOS PROCESSOS. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 1, 2015.

DEPEXE, Marcelo D.; PALADINI, Edson P.. BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE EM EMPRESAS CONSTRUTORAS. **Revista Gestão Industrial**, Paraná, v. 4, n. 2, p.145-161, 2008.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Porto Alegre: Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999;

FROELICH, Mark A.; AZHAR, Salman. Investigating virtual reality headset applications in construction. In: **Proceedings of the 52nd ASC International Conference, Provo, UT**. 2016.

GARRO, Polímnia Soares; ISHIHATA, Carolina Yuka; SANTOS, Eduardo Toledo. BIM NO CANTEIRO DE OBRAS. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Salvador. **Anais...** . Salvador: Infohab, 2013. p. 1 – 13

GRILO, Leonardo et al. Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na Arquitetura e na construção civil. **Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização no Trabalho no Ambiente Construído**, v. 2, 2001.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

LEÃO, Cibeli; ISATTO, Eduardo; FORMOSO, Carlos. PROPOSTA DE UMA MODELAGEM DE DADOS PARA AUXILIAR NO CONTROLE INTEGRADO DA PRODUÇÃO E DA QUALIDADE. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Maceió, p.2994-3003, nov. 2014.

MARZOUK, Mohamed M.; ZAHER, Mohamed M. Tracking construction projects progress using mobile hand-held devices. 2015.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2010. 420 p.

MARTINS, Francisco; CACHADINHA, Nuno. Novas utilizações das potencialidades BIM–apoio à medição de trabalhos realizados e produção de modelos as-built fiáveis e ricos em informação para a fase de manutenção. In: **Congresso Construção 2012**. ITeCons, 2012. p. 1-7.

MARTINS, Francisco Miguel Marques. **Novas utilizações das potencialidades BIM – produção de informação as-built e apoio à medição de trabalhos realizados com recurso a Realidade Aumentada**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014.

MELO, Renan Garcia de. Building information modeling (BIM) como ferramenta na compatibilização de projetos para construção civil. 2014.

MORAES, Rodrigo Araujo; RODRIGUES, Renata Aparecida Vaz. Aplicação da tecnologia BIM como ferramenta de visualização de realidade virtual na arquitetura estudo de caso do centro de convenções do Unipam. In: **Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura-CENAR**. 2017.

NETO, Romeu Neiva; RUSCHEL, Regina C.; PICCHI, Flávio A. Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades móveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001: 2008. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 6, n. 1, 2013.

OLIVEIRA, Otávio José de. **Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. **COMUNICAÇÃO E GESTÃO DE OBRAS: A DINÂMICA TEXTOS/CONVERSÇÕES BASEADO NO ESTUDO DE DOIS EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS**. 2010. 488 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93998?show=full>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

PINHO, Rodolfo Ramos; MANCINI, Elvira Luiza Arantes Ribeiro. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL ATRAVÉS DA PLATAFORMA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM). **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 2017.

PORTO, Carlos Augusto. **A realidade da realidade virtual em projetos arquitetônicos**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso.

REVIZTO - Next generation BIM Coordination. Disponível em: <<https://revizto.com/pt/>>. Acesso em: 16 set. 2017.

RODRIGUES, Victor Teixeira. **PROJETO DE REALIDADE VIRTUAL COM ESTEREOSCOPIA APLICADO À CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A VISUALIZAÇÃO DE MODELOS E ESTRUTURAS**. 2016. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrônica e de Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, T.F.; COELHO, K.M.; MELHADO, S.. **Projetos industriais – barreiras para a implementação da Modelagem da Informação da Construção**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015. p. 1-7.

SILVEIRA, Débora Rocha Dias da et al. **Qualidade na Construção civil: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil no rio Grande do norte**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. A. Rio Grande do Norte: Abepro, 2000. p. 01 - 08.

SOUZA, Roberto de; MEKBKIAN, Geraldo. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras**. 1.ed. São Paulo: Pini, 1996. 275 p.

SOUZA, R.; ABIKO, A. **Metodologia Para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1997.

STANGE, F. P.; SCHEER, S.. UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE REALIDADE VIRTUAL E VISUALIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE DE TREINAMENTO TÉCNICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **World Congress On Computational Mechanics**, São Paulo, jul. 2012.

TRELDAL, Niels; PARSIANFAR, Hussain; KARLSHØJ, Jan. USING BCF AS A MEDIATOR FOR TASK MANAGEMENT IN BUILDING DESIGN. **International Rilem Conference On Materials, Systems And Structures In Civil Engineering: International RILEM, Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering**, Lyngby, Denmark, ago. 2016.;

TONETTO, Mirela Schramm. **Avaliação da Gestão da Qualidade em Obras Prediais: Um Estudo de Caso**. 2016. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

TORI, Romero; KINER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, 8., 2006, Belém. **Introdução e Conceituação**. Porto Alegre: Editora Sbc, 2006.



VELHO, Renato Pinto. **IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS BIM NA PREPARAÇÃO E CONTROLO DE OBRAS**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2016.


**ANEXO A – EXEMPLO DE RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO
REVIZTO**

Relatório Final TCC




TCC_REVIZTO



	<p>ID 7 Open</p> <p><input type="checkbox"/> None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 1</p> <p>Created 16/Mar/2018</p> <p>Deadline Not set</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:39 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:38 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:45 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 1</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:21 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola Porta inexistente</p>

	<p>ID 8 Open</p> <p><input type="checkbox"/> None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - PÉ DIREITO</p> <p>Created 16/Mar/2018</p> <p>Deadline Not set</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:41 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>

TCC_REVIZTO
Relatório Final TCC

3

<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:41 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:46 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - PÉ DIREITO ÚTIL</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 14:11 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - PÉ DIREITO</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:32 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola 2,582</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:32 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola 2,914 correto</p>

	<p>ID 9 Open</p> <p><input type="checkbox"/> None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 2</p> <p>Created 16/Mar/2018</p> <p>Deadline Not set</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:43 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:45 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:46 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 2</p>

TCC_REVIZTO
Relatório Final TCC

4

Date and Time 27/Mar/2018 09:31 BRT	Commented by Luciana da Rosa Espindola 2,568
Date and Time 27/Mar/2018 09:31 BRT	Attachment from Luciana da Rosa Espindola


[Click here to download](#)




	<p data-bbox="858 1272 900 1292">ID 10</p> <p data-bbox="1043 1272 1098 1301">Open</p> <p data-bbox="858 1319 927 1339">None</p> <p data-bbox="858 1364 1054 1402">Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p data-bbox="858 1444 1054 1482">Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p data-bbox="858 1525 1174 1574">Title ARQ.SUBSOLO - BWC - PEITORIL JANELA 1</p> <p data-bbox="858 1603 954 1641">Created 15/Mar/2018</p> <p data-bbox="1038 1603 1098 1641">Deadline Not set</p>
Date and Time 16/Mar/2018 13:51 BRT	Created by Luciana da Rosa Espindola
Date and Time 16/Mar/2018 13:51 BRT	Markup changed by Luciana da Rosa Espindola

[Click here to download](#)

TCC_REVIZTO
Relatório Final TCC

5

<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:51 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:51 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: Open</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:53 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:54 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: Open</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 13:56 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ. SUBSOLO - BWC - ALTURA ABERTURA</p>
<p>Date and Time 16/Mar/2018 14:02 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Title: ARQ. SUBSOLO - BWC - PEITORIL JANELA 1</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:32 BRT</p>	<p>Attachment from Luciana da Rosa Espindola</p>
	<p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:33 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola 2,131</p>

<p>Date and Time 27/Mar/2018 09:53 BRT</p>	<p>Attachment from Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
	<p>ID 135 In progress</p> <p>None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ELE. SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 1</p> <p>Created 18/Mar/2018</p> <p>Deadline Not set</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 15:24 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 15:24 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 15:24 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 10:02 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola Ponto inexistente</p>

Date and Time
27/Mar/2018
10:02 BRT

Attachment from Luciana da Rosa Espindola



[Click here to download](#)

Date and Time
27/Mar/2018
10:03 BRT

Attachment from Luciana da Rosa Espindola





[Click here to download](#)

Date and Time
27/Mar/2018
10:03 BRT

Attachment from Luciana da Rosa Espindola





[Click here to download](#)

<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:43 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:43 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 10:03 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola 0,409</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 10:04 BRT</p>	<p>Attachment from Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>

	<p>ID 138 In progress</p> <p><input type="checkbox"/> None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ELE.SUBSOLO - GARAGEM - DIST.HRZ</p> <p>Created: 18/Mar/2018 Deadline: Not set</p>
---	---

<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:44 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:44 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:45 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 10:04 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola Ponto inexistente</p>

	<p>ID 139 In progress</p> <p>None</p> <p>Assignee Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Reporter Luciana da Rosa Espindola</p> <p>Title ELE. SUBSOLO - GARAGEM - DIST. HRZ</p> <p>Created 18/Mar/2018 Deadline Not set</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:47 BRT</p>	<p>Created by Luciana da Rosa Espindola</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:47 BRT</p>	<p>Markup changed by Luciana da Rosa Espindola</p>  <p>Click here to download</p>
<p>Date and Time 18/Mar/2018 16:47 BRT</p>	<p>Updated by Luciana da Rosa Espindola Status: In progress</p>
<p>Date and Time 27/Mar/2018 10:05 BRT</p>	<p>Commented by Luciana da Rosa Espindola 0,175</p>

ANEXO B – EXEMPLO DE PLANILHA ELETRÔNICA DO REVIZTO

APÊNDICE A – TABELA DE ANÁLISE DE DADOS

TABELA DE ANÁLISE DE DADOS						
ID	Atividade	Medida em projeto (m)	Medida in loco (m)	Diferença entre projeto e obra – valor absoluto	Iguais?	De acordo?
Não conformidades relacionadas às esquadrias						
7	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 1	2,56	-		Diferentes	Inexistente
9	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PORTA 2	2,56	2,57	0,01	Diferentes	De acordo
11	ARQ.SUBSOLO - BWC - ALTURA JANELA 1	0,41	0,49	0,08	Diferentes	Em desacordo
13	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA JANELA 1	1,24	1,29	0,05	Diferentes	De acordo
15	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PORTA 2	2,57	2,63	0,06	Diferentes	Em desacordo
16	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PORTA 1	2,53	2,64	0,11	Diferentes	Em desacordo
17	ARQ.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - ALTURA PORTA 1	2,57	-		Diferentes	Inexistente
19	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - LARGURA PORTA 1	0,78	-		Diferentes	Inexistente
20	ARQ.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PORTA 1	2,57	2,63	0,06	Diferentes	Em desacordo
21	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - LARGURA PORTA 2	0,78	0,70	0,08	Diferentes	Em desacordo
22	ARQ.SUBSOLO - BWC - LARGURA JANELA 1	1,40	1,34	0,06	Diferentes	Em desacordo

23	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - LARGURA JANELA 1	3,18	3,16	0,02	Diferentes	De acordo
24	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - LARGURA PORTA 2	0,87	0,84	0,03	Diferentes	De acordo
25	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - LARGURA PORTA 1	0,72	0,72	0,00	Iguais	De acordo
26	ARQ.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - LARGURA PORTA 1	0,87	-		Diferentes	Inexistente
27	ARQ.SUBSOLO - GARAGEM - LARGURA PORTA 1	2,07	-		Diferentes	Inexistente
28	ARQ.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PORTÃO	2,56	2,59	0,03	Diferentes	De acordo
29	ARQ.SUBSOLO - GARAGEM - LARGURA PORTÃO	6,52	6,52	0,00	Iguais	De acordo
31	ARQ.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PORTA 1	2,60	2,63	0,03	Diferentes	De acordo
32	ARQ.SUBSOLO - HOBBY BOX - LARGURA PORTA 1	2,07	-		Diferentes	Inexistente
34	ARQ.SUBSOLO - ABRIGO GÁS/DEP. JARDIM - ALTURA PORTA 1	1,23	-		Diferentes	Inexistente
35	ARQ.SUBSOLO - ABRIGO GÁS/DEP. JARDIM - LARGURA PORTA 1	0,62	-		Diferentes	Inexistente
36	ARQ.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PORTA 1	2,57	2,66	0,09	Diferentes	Em desacordo
37	ARQ.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - LARGURA PORTA 1	0,87	-		Diferentes	Inexistente
39	ARQ.SUBSOLO - POÇO ELEVADOR - ALTURA PORTA 1	2,60	2,62	0,02	Diferentes	De acordo
40	ARQ.SUBSOLO - POÇO ELEVADOR - LARGURA PORTA 1	0,87	0,87	0,00	Iguais	De acordo
41	ARQ.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PORTA 1	2,70	2,74	0,04	Diferentes	De acordo
42	ARQ.TÉRREO - DESPENSA - LARGURA PORTA 1	0,77	0,80	0,03	Diferentes	De acordo
44	ARQ.TÉRREO - LAVABO - ALTURA PORTA 1	2,70	2,75	0,05	Diferentes	De acordo
45	ARQ.TÉRREO - LAVABO - LARGURA PORTA 1	0,79	0,76	0,03	Diferentes	De acordo
47	ARQ.TÉRREO - POÇO ELEVADOR - ALTURA PORTA 1	2,60	2,74	0,14	Diferentes	Em desacordo

48	ARQ.TÉRREO - POÇO ELEVADOR - LARGURA PORTA 1	0,87	0,86	0,01	Diferentes	De acordo
49	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PORTA-JANELA 1	2,67	2,75	0,08	Diferentes	Em desacordo
50	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - LARGURA PORTA JANELA 1	7,83	7,68	0,15	Diferentes	Em desacordo
51	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PORTA-JANELA 2	2,92	2,76	0,16	Diferentes	Em desacordo
52	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - LARGURA PORTA-JANELA 2	7,17	7,50	0,33	Diferentes	Em desacordo
53	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PORTA-JANELA 3	2,75	2,76	0,01	Diferentes	De acordo
54	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - LARGURA PORTA-JANELA 3	7,83	7,60	0,23	Diferentes	Em desacordo
56	ARQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PORTA 1	2,92	2,42	0,50	Diferentes	Em desacordo
57	ARQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - LARGURA PORTA 1	0,77	0,83	0,06	Diferentes	Em desacordo
60	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA JANELA 1	1,42	-		Diferentes	Inexistente
61	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - LARGURA 1 JANELA 1	4,16	-		Diferentes	Inexistente
62	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - LARGURA 2 JANELA 1	8,72	8,77	0,05	Diferentes	De acordo
63	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - LARGURA 3 JANELA 1	0,90	0,94	0,04	Diferentes	De acordo
64	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PORTA 1	3,03	3,07	0,04	Diferentes	De acordo
65	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - LARGURA PORTA 1	1,43	1,40	0,03	Diferentes	De acordo
66	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PORTA 1	2,92	2,23	0,69	Diferentes	Em desacordo

67	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - LARGURA PORTA 2	0,91	0,89	0,02	Diferentes	De acordo
68	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA JANELA 1	2,25	2,42	0,17	Diferentes	Em desacordo
69	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - LARGURA JANELA 1	1,40	1,45	0,05	Diferentes	De acordo
70	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PORTA 1	2,92	2,64	0,28	Diferentes	Em desacordo
71	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - LARGURA PORTA 1	0,87	0,86	0,01	Diferentes	De acordo
72	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PORTA 1	2,92	2,23	0,69	Diferentes	Em desacordo
73	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA JANELA 1	2,25	2,40	0,15	Diferentes	Em desacordo
74	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - LARGURA JANELA 1	1,40	1,46	0,06	Diferentes	Em desacordo
78	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PORTA 1	2,95	2,26	0,69	Diferentes	Em desacordo
79	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - LARGURA PORTA 1	0,83	0,81	0,02	Diferentes	De acordo
80	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PORTA 2	2,95	2,25	0,70	Diferentes	Em desacordo
81	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - LARGURA PORTA 2	0,87	0,86	0,01	Diferentes	De acordo
84	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA JANELA 1	2,25	2,37	0,12	Diferentes	Em desacordo
85	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - LARGURA JANELA 1	1,40	1,34	0,06	Diferentes	Em desacordo
87	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - LARGURA PORTA 1	0,87	0,90	0,03	Diferentes	De acordo

89	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PORTA 2	2,92	2,26	0,66	Diferentes	Em desacordo
90	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - LARGURA PORTA 2	0,77	0,81	0,04	Diferentes	De acordo
91	ARQ.SUPERIOR - POÇO ELEVADOR - ALTURA PORTA 1	2,57	-		Diferentes	Inexistente
92	ARQ.SUPERIOR - POÇO ELEVADOR - LARGURA PORTA 1	0,87	-		Diferentes	Inexistente
93	ARQ.COBERTURA - POÇO ELEVADOR - ALTURA PORTA 1	2,07	-		Diferentes	Inexistente
94	ARQ.COBERTURA - POÇO ELEVADOR - LARGURA PORTA 1	0,87	-		Diferentes	Inexistente
86	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PORTA 1	2,92	2,27	0,65	Diferentes	Em desacordo
			Quartil 1:	0,03	Quartil 3:	0,15
			IQR:	0,12		
			Lsup:	0,33	Linf:	-0,04
			Média:	0,14		
			Tolerância:	0,05		
Não conformidades relacionadas à questões dimensionais						
59	ARQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - PEITORIL JANELA 1	1,53	-		Diferentes	Inexistente
8	ARQ.SUBSOLO - LAVATÓRIO - PÉ DIREITO	2,86	2,92	0,06	Diferentes	Em desacordo
10	ARQ.SUBSOLO - BWC - PEITORIL JANELA 1	2,17	2,13	0,04	Diferentes	Em desacordo
12	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - PEITORIL JANELA 1	1,25	1,26	0,01	Diferentes	De acordo
14	ARQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - PÉ DIREITO	2,56	2,58	0,02	Diferentes	De acordo
18	ARQ.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - PÉ DIREITO	2,96	2,98	0,02	Diferentes	De acordo

30	ARQ.SUBSOLO - GARAGEM - PÉ DIREITO	2,86	2,89	0,03	Diferentes	De acordo
33	ARQ.SUBSOLO - HOBBY BOX - PÉ DIREITO	2,86	2,87	0,01	Diferentes	De acordo
38	ARQ.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - PÉ DIREITO	2,86	2,87	0,01	Diferentes	De acordo
43	ARQ.TÉRREO - DESPENSA - PÉ DIREITO	2,92	2,99	0,07	Diferentes	Em desacordo
46	ARQ.TÉRREO - LAVABO - PÉ DIREITO	3,19	3,31	0,12	Diferentes	Em desacordo
55	ARQ.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - PÉ DIREITO	3,15	-		Diferentes	Inexistente
58	ARQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - PÉ DIREITO	3,15	3,06	0,09	Diferentes	Em desacordo
77	ARQ.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - PÉ DIREITO	3,63	-		Diferentes	Inexistente
82	ARQ.SUPERIOR - DORMITÓRIO - PÉ DIREITO	3,23	3,33	0,10	Diferentes	Em desacordo
76	ARQ.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - PÉ DIREITO	2,63	-		Diferentes	Inexistente
88	ARQ.SUPERIOR - HÓSPEDES - PÉ DIREITO	3,63	3,34	0,29	Diferentes	Em desacordo
			Quartil 1:	0,015	Quartil 3:	0,095
			IQR:	0,08		
			Lsup:	0,19	Linf:	-0,05
			Média:	0,07		
			Tolerância:	0,03		

Não conformidades relacionadas às instalações hidrossanitárias						
95	ESG.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,56	0,57	0,01	Diferentes	De acordo
96	AGF.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,65	-		Diferentes	Inexistente
97	AGF.SUBSOLO - LAVATÓRIO - DIST.HRZ	0,68	-		Diferentes	Inexistente
98	ESG.SUBSOLO - BWC - DIST.HRZ	0,56	0,52	0,04	Diferentes	Em desacordo
99	ESG.SUBSOLO - LAVATÓRIO - DIST.HRZ TUBULAÇÃO 1	0,79	0,68	0,11	Diferentes	Em desacordo
100	AGQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 1	1,06	1,12	0,06	Diferentes	Em desacordo
101	AGF.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 1	1,07	1,12	0,05	Diferentes	Em desacordo
102	ESG.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,55	0,40	0,15	Diferentes	Em desacordo
103	ESG.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 2	0,76	0,74	0,02	Diferentes	De acordo
105	AGF.SUBSOLO - BWC - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,23	-		Diferentes	Inexistente
106	AGF.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	1,04	1,11	0,07	Diferentes	Em desacordo
107	ESG.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	1,14	1,20	0,06	Diferentes	Em desacordo
108	AGQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	1,26	1,32	0,06	Diferentes	Em desacordo
109	AGF.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 2	0,78	0,73	0,05	Diferentes	Em desacordo

110	AGF.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	2,66	2,63	0,03	Diferentes	De acordo
111	AGQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA TUBULAÇÃO 2	0,88	0,72	0,16	Diferentes	Em desacordo
112	AGQ.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	2,83	2,80	0,03	Diferentes	De acordo
199	ESG.TÉRREO - LAVABO - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,57	0,60	0,03	Diferentes	De acordo
200	ESG.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,43	0,49	0,06	Diferentes	Em desacordo
203	ESG.TÉRREO - LAVABO - DIST.HRZ	1,13	1,07	0,06	Diferentes	Em desacordo
204	ESG.TÉRREO - LAVABO - DIST.HRZ	0,48	0,49	0,01	Diferentes	De acordo
214	AGQ.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,54	0,54	0,00	Iguais	De acordo
215	AGQ.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 1	1,11	1,12	0,01	Diferentes	De acordo
216	AGF.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,73	0,76	0,03	Diferentes	De acordo
217	AGF.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 1	1,12	1,12	0,00	Iguais	De acordo
218	ESG.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,64	0,67	0,03	Diferentes	De acordo
219	ESG.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	1,00	0,95	0,05	Diferentes	Em desacordo
221	ESG.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 1	0,55	0,39	0,16	Diferentes	Em desacordo
222	ESG.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 2	0,75	0,76	0,01	Diferentes	De acordo
230	AGF.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	0,28	-		Diferentes	Inexistente
231	AGG.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	0,03	-		Diferentes	Inexistente
232	ESG.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,98	1,98	0,00	Iguais	De acordo

233	ESG.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,34	1,56	0,22	Diferentes	Em desacordo
234	ESG.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,28	0,24	0,04	Diferentes	Em desacordo
235	AGF.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,49	1,50	0,01	Diferentes	De acordo
236	AGF.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	2,15	2,43	0,28	Diferentes	Em desacordo
237	AGQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	2,02	-		Diferentes	Inexistente
242	AGF.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,28	0,28	0,00	Iguais	De acordo
243	AGQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,68	0,69	0,01	Diferentes	De acordo
245	AGF.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 3	2,18	1,89	0,29	Diferentes	Em desacordo
246	AGQ.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 2	2,16	1,89	0,27	Diferentes	Em desacordo
248	AGQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	0,64	0,69	0,05	Diferentes	Em desacordo
249	AGF.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	0,67	0,69	0,02	Diferentes	De acordo
250	AGQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 2	0,65	0,69	0,04	Diferentes	Em desacordo
251	AGF.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 2	0,66	0,69	0,03	Diferentes	De acordo
252	AGF.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,07	0,13	0,06	Diferentes	Em desacordo
253	AGF.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,87	0,86	0,01	Diferentes	De acordo
254	AGQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,27	0,26	0,01	Diferentes	De acordo

255	AGQ.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,08	1,06	0,02	Diferentes	De acordo
324	AGF.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ TUBULAÇÃO 2	0,56	0,66	0,10	Diferentes	Em desacordo
330	AGQ.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ CHUVEIRO	0,28	1,59	1,31	Diferentes	Em desacordo
331	AGF.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 2	1,16	1,18	0,02	Diferentes	De acordo
332	AGQ.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA CHUVEIRO	2,14	2,24	0,10	Diferentes	Em desacordo
333	AGQ.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 2	1,16	1,18	0,02	Diferentes	De acordo
334	AGF.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ TUBULAÇÃO 1	0,64	0,63	0,01	Diferentes	De acordo
335	ESG.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ TUBULAÇÃO 1	0,51	0,51	0,00	Iguais	De acordo
336	AGQ.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ TUBULAÇÃO 1	0,41	0,44	0,03	Diferentes	De acordo
337	ESG.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,14	0,59	0,45	Diferentes	Em desacordo
338	AGF.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,67	0,69	0,02	Diferentes	De acordo
340	AGQ.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,64	0,69	0,05	Diferentes	Em desacordo
343	AGF.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,32	0,32	0,00	Iguais	De acordo
344	ESG.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,69	0,72	0,03	Diferentes	De acordo
345	AGQ.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,60	0,62	0,02	Diferentes	De acordo
346	ESG.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,53	0,60	0,07	Diferentes	Em desacordo
347	ESG.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - TUBULAÇÃO VASO SANITÁRIO	-	-		Iguais	Inexistente

348	AGF.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - ALTURA TUBULAÇÃO 1	0,67	0,77	0,10	Diferentes	Em desacordo
349	AGQ.SUPERIOR - ALTURA PONTO 1	0,64	0,77	0,13	Diferentes	Em desacordo
104	AGF.SUBSOLO -BWC - DIST.HRZ	0,93	-		Diferentes	Inexistente
			Quartil 1:	0,0125	Quartil 3:	0,07
			IQR:	0,0575		
			Lsup:	0,17	Linf:	0,00
			Média:	0,09		
			Tolerância:	0,03	m	
Não conformidades relacionadas aos pontos elétricos e de telecom						
113	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 1	1,16	1,17	0,01	Diferentes	De acordo
114	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 2	0,66	0,41	0,25	Diferentes	Em desacordo
115	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 3	1,15	1,18	0,03	Diferentes	De acordo
116	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 4	1,16	1,17	0,01	Diferentes	De acordo
117	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	0,41	0,38	0,03	Diferentes	De acordo
118	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	1,86	1,58	0,28	Diferentes	Em desacordo
119	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - DIST.HRZ	2,74	2,79	0,05	Diferentes	Em desacordo
120	ELE.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PONTO 1	1,18	1,22	0,04	Diferentes	Em desacordo

121	ELE.SUBSOLO - LAVATÓRIO - DIST.HRZ	0,57	0,55	0,02	Diferentes	De acordo
122	ELE.SUBSOLO - LAVATÓRIO - ALTURA PONTO 2	1,12	-		Diferentes	Inexistente
123	ELE.SUBSOLO - LAVATÓRIO - DIST.HRZ	0,32	-		Diferentes	Inexistente
124	ELE.SUBSOLO - BWC - ALTURA PONTO 1	1,12	-		Diferentes	Inexistente
125	ELE.SUBSOLO - BWC - ALTURA PONTO 2	2,22	2,44	0,22	Diferentes	Em desacordo
126	ELE.SUBSOLO - BWC - DIST.HRZ	0,45	0,42	0,03	Diferentes	De acordo
127	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 5	1,12	1,24	0,12	Diferentes	Em desacordo
128	ELE.SUBSOLO - LAVANDERIA - ALTURA PONTO 6	1,12	1,24	0,12	Diferentes	Em desacordo
129	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - ALTURA PONTO 1	1,12	-		Diferentes	Inexistente
130	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - DIST.HRZ	0,16	-		Diferentes	Inexistente
131	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - ALTURA PONTO 2	1,27	1,24	0,03	Diferentes	De acordo
132	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - DIST.HRZ	0,53	0,77	0,24	Diferentes	Em desacordo
133	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - ALTURA PONTO 3	0,32	0,37	0,05	Diferentes	Em desacordo
134	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - DIST.HRZ	0,19	0,39	0,20	Diferentes	Em desacordo
135	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 1	1,12	-		Diferentes	Inexistente
136	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 2	0,33	-		Diferentes	Inexistente
137	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 3	0,32	0,41	0,09	Diferentes	Em desacordo

138	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - DIST.HRZ	0,22	-		Diferentes	Inexistente
139	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - DIST.HRZ	0,40	0,17	0,23	Diferentes	Em desacordo
140	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 4	1,11	1,25	0,14	Diferentes	Em desacordo
141	TEL.SUBSOLO - GARAGEM - ALTURA PONTO 1	1,41	1,56	0,15	Diferentes	Em desacordo
142	ELE.SUBSOLO - GARAGEM - DIST.HRZ	0,41	0,39	0,02	Diferentes	De acordo
143	TEL.SUBSOLO - GARAGEM - DIST.HRZ	0,26	0,27	0,01	Diferentes	De acordo
144	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 1	0,31	-		Diferentes	Inexistente
145	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - DIST.HRZ	1,40	-		Diferentes	Inexistente
146	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - DIST.HRZ	1,14	-		Diferentes	Inexistente
147	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 2	0,25	-		Diferentes	Inexistente
148	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 3	1,11	-		Diferentes	Inexistente
149	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 4	1,51	-		Diferentes	Inexistente
150	TEL.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 1	1,41	-		Diferentes	Inexistente
151	TEL.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 2	1,51	-		Diferentes	Inexistente
152	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - ALTURA PONTO 3	1,51	-		Diferentes	Inexistente
153	ELE.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - DIST.HRZ	1,54	-		Diferentes	Inexistente
154	TEL.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - DIST.HRZ	1,19	-		Diferentes	Inexistente
155	TEL.SUBSOLO - ÁREA TÉCNICA - DIST.HRZ	1,55	-		Diferentes	Inexistente
156	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - ALTURA PONTO 4	0,32	0,41	0,09	Diferentes	Em desacordo

157	ELE.SUBSOLO - ADEGA/CERVEJARIA - DIST.HRZ	0,93	1,00	0,07	Diferentes	Em desacordo
158	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PONTO 1	1,11	1,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
159	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - DIST.HRZ	2,02	1,94	0,08	Diferentes	Em desacordo
160	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - DIST.HRZ	0,48	0,40	0,08	Diferentes	Em desacordo
161	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PONTO 2	1,04	1,21	0,17	Diferentes	Em desacordo
162	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PONTO 3	1,11	-		Diferentes	Inexistente
163	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PONTO 4	1,51	-		Diferentes	Inexistente
164	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - ALTURA PONTO 5	0,32	-		Diferentes	Inexistente
165	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - DIST.HRZ	0,66	-		Diferentes	Inexistente
166	ELE.SUBSOLO - HOBBY BOX - DIST.HRZ	0,16	-		Diferentes	Inexistente
167	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTOS 1, 2 E 3	1,11	-		Diferentes	Inexistente
168	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 4	0,61	-		Diferentes	Inexistente
169	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,43	-		Diferentes	Inexistente
170	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,94	-		Diferentes	Inexistente
171	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	1,89	-		Diferentes	Inexistente
172	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	2,12	-		Diferentes	Inexistente
173	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 5	1,11	1,20	0,09	Diferentes	Em desacordo

174	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,76	0,79	0,03	Diferentes	De acordo
175	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,08	0,06	0,02	Diferentes	De acordo
176	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 1	2,41	2,38	0,03	Diferentes	De acordo
178	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTOS 6 E 7	1,11	1,19	0,08	Diferentes	Em desacordo
179	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 2	1,51	-		Diferentes	Inexistente
180	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 8	2,11	2,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
181	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,08	0,36	0,28	Diferentes	Em desacordo
182	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,30	0,74	0,44	Diferentes	Em desacordo
183	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,02	-		Diferentes	Inexistente
184	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,16	0,36	0,20	Diferentes	Em desacordo
185	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,16	0,54	0,38	Diferentes	Em desacordo
186	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,54	1,04	0,50	Diferentes	Em desacordo
187	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTOS 9 E 10	1,11	1,19	0,08	Diferentes	Em desacordo
188	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTOS 3, 4 E 5	0,32	0,38	0,06	Diferentes	Em desacordo
189	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,20	0,22	0,02	Diferentes	De acordo

190	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,28	0,35	0,07	Diferentes	Em desacordo
191	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,36	0,48	0,12	Diferentes	Em desacordo
192	TEL.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,96	0,95	0,01	Diferentes	De acordo
193	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	1,04	1,10	0,06	Diferentes	Em desacordo
194	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	1,23	1,20	0,03	Diferentes	De acordo
195	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 11	0,32	0,39	0,07	Diferentes	Em desacordo
196	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 12	1,11	1,21	0,10	Diferentes	Em desacordo
197	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - ALTURA PONTO 13	0,32	0,37	0,05	Diferentes	Em desacordo
198	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,41	0,46	0,05	Diferentes	Em desacordo
201	ELE.TÉRREO - LAVABO - ALTURA PONTO 1	1,11	1,20	0,09	Diferentes	Em desacordo
202	ELE.TÉRREO - LAVABO - DIST.HRZ	0,14	0,16	0,02	Diferentes	De acordo
205	ELE.TÉRREO - LAVABO - ALTURA PONTO 2	1,11	1,19	0,08	Diferentes	Em desacordo
206	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,94	-		Diferentes	Inexistente
207	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,60	-		Diferentes	Inexistente
208	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,74	-		Diferentes	Inexistente

209	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,15	-		Diferentes	Inexistente
210	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	2,83	-		Diferentes	Inexistente
211	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,15	-		Diferentes	Inexistente
212	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	2,50	-		Diferentes	Inexistente
213	ELE.TÉRREO - ÁREA SOCIAL - DIST.HRZ	0,15	-		Diferentes	Inexistente
223	ELE.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 1	1,11	1,19	0,08	Diferentes	Em desacordo
224	ELE.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,30	0,34	0,04	Diferentes	Em desacordo
225	ELE.TÉRREO - DESPENSA - ALTURA PONTO 2	0,32	0,39	0,07	Diferentes	Em desacordo
226	ELE.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,66	0,59	0,07	Diferentes	Em desacordo
227	ELE.TÉRREO - CIRC - ALTURA PONTO 1	1,11	1,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
228	ELE.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,07	0,07	0,00	Iguais	De acordo
229	ELE.TÉRREO - DESPENSA - DIST.HRZ	0,17	0,21	0,04	Diferentes	Em desacordo
238	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	1,11	1,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
239	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,22	0,16	0,06	Diferentes	Em desacordo
240	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 2	1,11	1,24	0,13	Diferentes	Em desacordo

241	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,99	0,94	0,05	Diferentes	Em desacordo
244	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,43	-		Diferentes	Inexistente
247	ELE.SUPERIOR - BWC SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 3	2,21	-		Diferentes	Inexistente
256	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 1	0,32	0,41	0,09	Diferentes	Em desacordo
257	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,67	0,67	0,00	Iguais	De acordo
258	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 2 E 3	1,11	1,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
259	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 4	0,32	0,43	0,11	Diferentes	Em desacordo
260	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,15	0,04	0,11	Diferentes	Em desacordo
261	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,28	1,20	0,08	Diferentes	Em desacordo
262	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 5	0,32	1,25	0,93	Diferentes	Em desacordo
263	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,69	0,61	0,08	Diferentes	Em desacordo
264	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 6	0,32	0,42	0,10	Diferentes	Em desacordo
265	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	2,92	3,36	0,44	Diferentes	Em desacordo
266	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 7	0,81	-		Diferentes	Inexistente
267	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 8	0,32	-		Diferentes	Inexistente

268	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,92	-		Diferentes	Inexistente
269	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	2,60	-		Diferentes	Inexistente
270	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 9	0,32	0,44	0,12	Diferentes	Em desacordo
272	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - ALTURA PONTO 10	1,12	1,23	0,11	Diferentes	Em desacordo
273	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	1,08	1,09	0,01	Diferentes	De acordo
274	ELE.SUPERIOR - SUÍTE MASTER - DIST.HRZ	0,07	0,12	0,05	Diferentes	Em desacordo
275	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 1	1,11	1,22	0,11	Diferentes	Em desacordo
276	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,94	0,99	0,05	Diferentes	Em desacordo
277	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 2	0,32	0,41	0,09	Diferentes	Em desacordo
278	TEL.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 1	0,32	0,42	0,10	Diferentes	Em desacordo
279	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 3	1,02	1,07	0,05	Diferentes	Em desacordo
280	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 4	1,11	-		Diferentes	Inexistente
281	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,67	0,67	0,00	Iguais	De acordo
282	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,07	0,20	0,13	Diferentes	Em desacordo
283	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 5	1,11	1,21	0,10	Diferentes	Em desacordo

284	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 6	1,51	1,64	0,13	Diferentes	Em desacordo
285	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	1,05	1,01	0,04	Diferentes	Em desacordo
286	TEL.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	1,18	-		Diferentes	Inexistente
287	ELE.SUPERIOR - ESCRITÓRIO - DIST.HRZ	0,87	0,88	0,01	Diferentes	De acordo
288	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 10	1,11	0,35	0,76	Diferentes	Em desacordo
289	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 8	1,51	1,61	0,10	Diferentes	Em desacordo
290	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 9	1,11	1,19	0,08	Diferentes	Em desacordo
291	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 9	1,11	1,18	0,07	Diferentes	Em desacordo
292	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - DIST.HRZ PONTO 7	0,44	0,31	0,13	Diferentes	Em desacordo
293	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - DIST.HRZ PONTOS 2 E 3	0,10	0,11	0,01	Diferentes	De acordo
294	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO – DIST.HRZ PONTOS 4 E 5	0,73	0,63	0,10	Diferentes	Em desacordo
295	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - DIST.HRZ PONTO 1	0,11	0,26	0,15	Diferentes	Em desacordo
296	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 7	0,95	0,40	0,55	Diferentes	Em desacordo
297	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 6	0,32	0,38	0,06	Diferentes	Em desacordo

298	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 3	1,12	1,20	0,08	Diferentes	Em desacordo
299	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 4	1,05	1,19	0,14	Diferentes	Em desacordo
300	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 2	1,01	1,00	0,01	Diferentes	De acordo
301	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 5	1,01	0,99	0,02	Diferentes	De acordo
302	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - ALTURA PONTO 1	1,11	1,21	0,10	Diferentes	Em desacordo
303	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ PONTO 3	1,11	1,21	0,10	Diferentes	Em desacordo
304	ELE.SUPERIOR - DORMITÓRIO - PROBLEMAS ENCONTRADOS POR PROJETO NÃO COMPATIBILIZADO	-	-		Iguais	Inexistente
305	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ PONTO 2	2,26	2,31	0,05	Diferentes	Em desacordo
306	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 3	1,11	1,20	0,09	Diferentes	Em desacordo
307	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 1.1	0,60	0,63	0,03	Diferentes	De acordo
308	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 1	0,68	0,80	0,12	Diferentes	Em desacordo
309	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - PAREDE EM DESACORDO COM O PROJETO	-	-		Iguais	Inexistente
310	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 5	0,88	0,91	0,03	Diferentes	De acordo
311	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 4	0,42	0,46	0,04	Diferentes	Em desacordo

312	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 3	0,36	0,47	0,11	Diferentes	Em desacordo
313	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 2	0,31	0,29	0,02	Diferentes	De acordo
314	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PONTO 3	0,81	0,99	0,18	Diferentes	Em desacordo
315	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PONTO 4	1,11	1,18	0,07	Diferentes	Em desacordo
316	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PONTO 2	0,32	0,38	0,06	Diferentes	Em desacordo
317	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PONTO 1	0,91	1,19	0,28	Diferentes	Em desacordo
318	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - ALTURA PONTO 1	0,32	0,40	0,08	Diferentes	Em desacordo
319	ELE.SUPERIOR - HÓSPEDES - PAREDE EM DESACORDO COM O PROJETO	-	-		Iguais	Inexistente
320	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA PONTO 5	1,11	1,16	0,05	Diferentes	Em desacordo
321	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 5	0,59	0,70	0,11	Diferentes	Em desacordo
322	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA PONTO 3	1,11	1,20	0,09	Diferentes	Em desacordo
323	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA PONTO 4	1,11	1,20	0,09	Diferentes	Em desacordo
325	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 2	0,87	0,93	0,06	Diferentes	Em desacordo

326	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA PONTO 2	1,51	1,24	0,27	Diferentes	Em desacordo
327	AGF.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA TUBULAÇÃO 2	1,51	1,24	0,27	Diferentes	Em desacordo
328	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - DIST.HRZ PONTO 1	0,13	0,08	0,05	Diferentes	Em desacordo
329	ELE.SUPERIOR - BWC HÓSPEDES - ALTURA PONTO 1	1,51	1,24	0,27	Diferentes	Em desacordo
339	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - DIST.HRZ PONTO 1	0,16	0,11	0,05	Diferentes	Em desacordo
341	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 1	1,11	1,25	0,14	Diferentes	Em desacordo
342	ELE.SUPERIOR - BWC ESCRITÓRIO - ALTURA PONTO 2	1,11	-		Diferentes	Inexistente
			Quartil 1:	0,05	Quartil 3:	0,12
			IQR:	0,07		
			Lsup:	0,22	Linf:	0,01
			Média:	0,11		
			Tolerância:	0,04	m	