

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO BARBOZA VERÍSSIMO

THIAGO SETTE SANTOS

Introdução à orçamentação com a tecnologia BIM: levantamento de quantitativos,
análise de critérios de medição e comparativo com o método tradicional.

Recife
2016

EDUARDO BARBOZA VERÍSSIMO
THIAGO SETTE SANTOS

Introdução à orçamentação com a tecnologia BIM: levantamento de quantitativos, análise de critérios de medição e comparativo com o método tradicional.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Orçamento de Obras.

Orientador: Prof. Dr. José Jéferson do Rego Silva.

Recife
2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

V516i Veríssimo, Eduardo Barboza.
Introdução à orçamentação com a tecnologia BIM: levantamento de quantitativos, análise de critérios de medição e comparativo com o método tradicional. / Eduardo Barboza Veríssimo e Thiago Sette Santos - Recife: Os Autores, 2016.
53folhas, Ils.; e Tab.

Orientador: Prof. Dr. José Jéferson do Rego Silva.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Graduação em Engenharia Civil, 2016.
Inclui Referências e Apêndice.

1. Engenharia Civil. 2. Construção civil. 3. Orçamentação. 4. BIM.
I. Silva, José Jéferson do Rego.(Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.) BCTG/2016-66



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 Eduardo Barboza Veríssimo

CANDIDATO(S): 2 Thiago Sette Santos

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Dr. José Jéferson do Rego Silva - UFPE

Examinador 1: Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires - UFPE

Examinador 2: Prof^a. Dr^a. Paula Maria W. Maciel Rêgo Silva - UNICAP

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Introdução à orçamentação com a tecnologia BIM: levantamento de quantitativos, análise de critérios de medição e comparativo com o método tradicional.

LOCAL: Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

DATA: 18/02/2016 **HORÁRIO DE INÍCIO:** 14 HORAS.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) argüido(s) oralmente pelos membros da banca, sendo considerado(s):

1) (X) aprovado(s), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito

() Sem revisões.

(X) Com revisões, a serem feitas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias. (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

2) (...) reprovado(s).

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 18 de fevereiro de 2016

Orientador:.....

Examinador 1.....

Examinador 2.....

Candidato 1.....

Candidato 2

Coordenação do Curso de Engenharia Civil-Dcivil

Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº. Cidade Universitária. Recife-PE CEP: 50740-530.

Fones: (081)2126.8220/8221 Fone/fax: (081)2126.8219.

Dedico este trabalho à minha mãe, Valéria Barboza Veríssimo, por todo o apoio, carinho e atenção dedicados a mim, durante todos esses anos; ao meu irmão, José Erinaldo Veríssimo da Silva Junior, por ser sempre o meu parceiro para os momentos felizes e os mais difíceis, e, especialmente para minha noiva e futura esposa, Helem Franco Guedes de Souza, por ser sempre tão maravilhosa, paciente e companheira durante essa longa jornada.

Eduardo Barboza Veríssimo

À minha esposa, Aline Kelly Bertoso de Farias Sette, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Thiago Sette Santos

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao prof. Dr. José Jéferson do Rêgo Silva pela oportunidade de trabalhar conosco, sugestão do nosso tema, bem como, por toda a atenção e paciência que foram necessárias na orientação da realização deste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho, será realizado um estudo de caso que consistirá na comparação dos resultados da realização de um levantamento do quantitativo dos serviços necessários para a construção do piso, das paredes e do telhado de uma residência, através do método convencional, atualmente utilizado largamente nas empresas de engenharia e órgãos públicos, auxiliados pelo Microsoft Excel, e, a elaboração da mesma atividade através de um software munido da tecnologia BIM (Building Information Modeling). A experiência da adoção dessa nova tecnologia será relatada, e, com isso, serão investigados os prós e contras encontrados na elaboração desta atividade.

Palavras-chave: Construção Civil. Orçamentação. BIM.

ABSTRACT

In this paper, a case study will be carried out which consists in comparing the results of performing a quantitative lifting of the services required for the construction of floors, walls and roof of a house, according to the conventional method, now widely used in enterprises engineering and public agencies, aided by Microsoft Excel, and the development of the same activity through a provided software BIM. The experience of adopting this new technology will be reported, and with it, the pros and cons will be investigated found in the development of this activity.

Key words: Civil Construction. Budgeting. BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Situação (Planta Baixa).....	20
Figura 2: Configuração dos Níveis	28
Figura 3: Planta Baixa - Paredes.....	29
Figura 4: Vista 3D - Paredes	29
Figura 5: Planta Baixa - Paredes e Piso.....	30
Figura 6: Vista 3D - Paredes e Pisos	30
Figura 7: Planta Baixa - Paredes, Piso e Esquadrias.....	31
Figura 8: Vista 3D - Paredes, Piso e Esquadrias 01	31
Figura 9: Vista 3D - Paredes, Piso e Esquadrias 02	32
Figura 10: Laje de Apoio ao Telhado 01	33
Figura 11: Laje de Apoio ao Telhado 02	33
Figura 12: Elevação para construção das empenas 01	34
Figura 13: Elevação para construção das empenas 02	34
Figura 14: Construção do Telhado com o Fechamento das Empenas 01.....	35
Figura 15: Construção do Telhado com o Fechamento das Empenas 02.....	35
Figura 16: Exemplo de Telhado com Madeiramento no Autodesk Revit 01 Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=togP9pivd4g	35
Figura 17: Exemplo de Telhado com Madeiramento no Autodesk Revit 02 Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=togP9pivd4g	36
Figura 18: Planta Baixa - Inclusão do Guarda-Corpo.....	36
Figura 19: Vista 3D - Inclusão do Guarda-Corpo	37
Figura 20: Planta Baixa - Revestimento Cerâmico no Piso.....	38
Figura 21: Pintura Interna: Pintura de Paredes, Revestimento Cerâmico de Piso	38
Figura 22: Pintura Interna: Revestimento Cerâmico de Piso e Parede (WC).....	38

Figura 23: Pintura Externa 01.....	39
Figura 24: Pintura Externa 02.....	39
Figura 25: Lista de Tabelas Geradas	40
Figura 26: Opções de Geração de Tabelas	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo de Quantitativos - Método Convencional	23
Tabela 2 - Memória de Cálculos dos quantitativos - Método Convencional	24
Tabela 3: Tabela de Parede - Opção Tabela/Quantidades	41
Tabela 4: Tabela de Piso 01 - Opção Tabela/Quantidades.....	41
Tabela 5: Tabela de Piso 02 - Opção Tabela/Quantidades (Acrescentado o Campo Nível)	42
Tabela 6: Tabela de Portas - Opção Tabela/Quantidades	42
Tabela 7: Tabela de Janelas - Opção Tabela/Quantidades	42
Tabela 8: Tabela de Guarda-Corpo - Opção Tabela/Quantidades.....	42
Tabela 9: Levantamento do Material de Parede - Opção Levantamento de Material	43
Tabela 10: Levantamento do Material do Piso - Opção Levantamento de Material ..	43
Tabela 11: Levantamento de Material de Porta - Opção Levantamento de Material (Resultado Confuso)	43
Tabela 12: Levantamento de Material de Janela - Opção Levantamento de Material (Resultado Confuso)	43
Tabela 13: Levantamento de Material do Telhado - Opção Levantamento de Material	44
Tabela 14 - Resumo de Quantitativos - Autodesk Revit - Aplicação da Metodologia BIM.....	44
Tabela 15 - Resumo de Quantitativos: Método Convencional x Aplicação da Metodologia BIM	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	15
1.1. Orçamento de obras e serviços	15
1.1.1. Modalidades de contratação de obras	15
1.1.2. Cálculo da remuneração.....	16
1.1.3. Elaboração da planilha de orçamento	16
1.1.4. Levantamento dos quantitativos	17
1.2. Building Information Modeling	17
1.2.1. Conceituação.....	17
1.2.2. Histórico.....	18
1.2.3. Ferramentas	19
2. METODOLOGIA:.....	20
2.1. Escolha da edificação e dos serviços a serem estudados	20
2.2. Critérios de medição da metodologia tradicional.....	21
2.3. Elaboração da maquete eletrônica (modelo central) com o <i>Autodesk Revit®</i> e obtenção das tabelas	27
2.3.1. Configurando os níveis:	27
2.3.2. Paredes:	28
2.3.3. Pisos:.....	29
2.3.4. Esquadrias:.....	31
2.3.5. Telhado:.....	32

2.3.6.	Guarda-corpo:.....	36
2.3.7.	Revestimentos e pintura:	37
2.3.8.	Geração das tabelas de quantitativos:.....	39
3.	RESULTADOS	45
3.1.	Critério de medição do <i>Revit</i> ® e a uniformização da interpretação	45
3.2.	Comparativo entre os resultados encontrados: convencional X BIM	46
3.2.1.	Alvenarias:	46
3.2.2.	Esquadrias:.....	47
3.2.3.	Telhado:.....	47
3.2.4.	Piso:.....	47
3.2.5.	Pintura:	48
3.2.6.	Revestimento:.....	48
3.2.7.	Guarda-corpo:.....	48
4.	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52

INTRODUÇÃO

Neste trabalho, serão investigados os resultados obtidos na realização da quantificação de serviços necessários para a construção de uma unidade residencial, comparando as tabelas elaboradas, através do método convencional de orçamentação, e as tabelas geradas por um software que dispõe da tecnologia BIM (Building Information Modeling).

Os resultados serão atingidos através da realização das seguintes etapas: desenvolvimento de um modelo central em um software com tecnologia BIM, geração das tabelas de quantitativos para os serviços estudados, descobrir os critérios de medição de cada serviço analisado. A comparação desejada será possível após a elaboração da mesma atividade através da metodologia convencional de orçamentação. Só assim, os resultados poderão ser confrontados.

O texto visa examinar a eficácia da quantificação efetuada através da maquete eletrônica, em contraponto às planilhas elaboradas segundo as diretrizes do modelo clássico.

As motivações que levaram os autores a realizar o trabalho foram: a intenção de conhecer a tecnologia em tela, uma vez que o tema não foi tratado nas disciplinas durante a graduação. Por tratar-se de um assunto cada vez mais procurado dentro das empresas de engenharia, uma vez que se trata de uma ferramenta extremamente útil, pois, possibilita se condensar, em uma única visualização, todas as informações pertinentes ao escopo do projeto. Pelo fato de haver uma escassez de profissionais qualificados na área. Por ser uma tecnologia totalmente voltada para construção civil, trata-se da evolução, ou seja, o próximo passo a ser alcançado depois dos famosos softwares CAD (Computer Aided Designer), do mesmo jeito que estes um dia inovaram a forma de desenhar os projetos.

Neste estudo, o software adotado foi o *Revit*®, produzido pela empresa *Autodesk*®. Esta escolha foi baseada no fato de existir uma parceria entre a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a *Autodesk*®. Na condição de alunos, foi possível a obtenção de licenças de estudante de forma totalmente gratuita no site da empresa supracitada. Outro fator determinante para esta escolha foi a familiaridade com o largamente conhecido *AutoCAD*®, concebido pela mesma companhia.

Já para a quantificação elaborada através do método tradicional, os critérios de medição utilizados para cada serviço avaliado foram os especificados no TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos), em sua 13ª edição, publicado pela Editora PINI em 2008.

Para demonstrar os resultados propostos pelo tema, não é necessário um projeto executivo completo e detalhado, motivo pelo qual foi definido o nível de detalhamento aplicado no estudo, tendo em vista que a busca por um maior rigor para atingir melhores aspectos visuais, através de um grande esforço na criação de novos parâmetros, não iria agregar melhores resultados ao produto final.

A condução e execução do estudo será feita nos capítulos a seguir, onde, a princípio, será feita uma revisão bibliográfica sobre orçamentação em geral, onde serão apresentadas as modalidades de contratação de uma obra, o cálculo da remuneração proveniente da execução de uma obra, a elaboração da planilha de orçamento e o levantamento de quantitativos.

Em seguida, o capítulo será conduzido, apresentando a conceituação do BIM, um breve histórico sobre o seu surgimento e ferramentas (softwares) disponíveis no mercado que já utilizam desta tecnologia.

No capítulo seguinte, serão relatados como foi feita a escolha da edificação que serviu como estudo de caso, os critérios de medição utilizados para a realização do levantamento de quantitativos através da metodologia tradicional e apresentados os passos necessários para a construção do modelo central no *Autodesk Revit®*.

No terceiro capítulo, serão discutidos os resultados obtidos do estudo. Uma importante constatação ao realizar-se orçamentação com o *Revit®* e o nível de precisão que pode ser atingido com o mesmo.

No capítulo final, estão apresentadas as conclusões sobre o estudo. Onde estarão apresentadas as vantagens e desvantagens na utilização do *Revit®* para orçamentação de obras.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

1.1. Orçamento de obras e serviços

Os conceitos aqui discutidos são parte integrante da obra de Tisaka, 2006.

1.1.1. Modalidades de contratação de obras

Antes de se falar em orçamentação de obra, é necessário entender quais são as modalidades possíveis para a realização de uma contratação de obra uma contratação de obra.

1.1.1.1. Por administração

Nessa modalidade, a contratada encarrega-se da execução da obra mediante uma remuneração prefixada. Fica a cargo da contratante todo o ônus financeiro e econômico relacionados ao empreendimento. Essa remuneração denomina-se “taxa de administração”. A mão de obra empregada para execução do empreendimento, as compras dos materiais e a contratação de terceiros geralmente ficam a cargo da contratante para evitar duplicidade de tributos.

1.1.1.2. Por empreitada

A contratação por empreitada pode ser classificada quanto ao tipo de contratação e quanto à forma de remuneração.

1.1.1.2.1. Quanto ao tipo de contratação

- a) Empreitada de mão de obra: não deve ser confundida com locação de serviços, pois, diferente desta, na empreitada contrata-se o resultado do trabalho, e não o trabalho em si mesmo, sem um objetivo a ser alcançado.
- b) Empreitada de material e mão de obra: nessa modalidade a contratada fica incumbida, além da mão de obra, dos materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a perfeita realização do empreendimento, de se responsabilizar pela qualidade da execução dos serviços, cumprir o prazo previamente estabelecido e pela segurança da obra, tanto na fase de construção quanto após sua execução.

1.1.1.2.2. Quanto a forma de remuneração

- a) Empreitada por Preço Global: nessa modalidade a contratada assume a responsabilidade de execução de um determinado objeto por um preço fixado e irrevogável. As parcelas referentes aos pagamentos são preestabelecidas no ato de contratação.

b) **Empreitada por Preço Unitário:** a remuneração é definida pela quantidade executada em cada item de serviços ou etapas de trabalho. Nesta modalidade a contratante assume os riscos econômicos e financeiros que o empreendimento representa, uma vez que o pagamento das parcelas, geralmente mensal, é realizado através da medição das quantidades efetivamente realizadas no período em questão.

1.1.2. Cálculo da remuneração

1.1.2.1. Cálculo do Preço de venda

O cálculo do preço de venda de uma obra ou serviço de engenharia é composto pelos custos diretos acrescidos dos custos indiretos.

a) **Custos Diretos:** são todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra. Estes são representados em uma planilha de custos, em que fazem parte os quantitativos de todos os serviços e seus respectivos custos unitários. Também integram a planilha o custo de preparação do canteiro de obras, sua mobilização e desmobilização, como também os custos da administração local, que englobam a folha salarial da equipe técnica, além das despesas com alimentação, tarifas referentes aos consumos de água, energia elétrica, telefonia, internet banda larga além do consumo de materiais de limpeza, higiene pessoal, dentre outros.

b) **Custos Indiretos:** são despesas que não são facilmente mensuradas, ao ponto de serem discriminadas em uma planilha. Estes custos estão ligados ao rateio do custo operacional da administração central da empresa contratada.

1.1.3. Elaboração da planilha de orçamento

As etapas necessárias para a elaboração da planilha de orçamento são:

a) **Lista dos serviços a serem realizados:** através dos projetos, especificações, memorial descritivo e/ou termo de referência.

b) **Levantamento dos quantitativos:** calcula-se as quantidades de cada serviço listado e identifica-se as unidades de medição de cada serviço. É importante que sejam utilizados critérios de medição para cada serviço em questão. Segundo Badra (2012, p. 13): “o objetivo do levantamento de quantidades é “traduzir” as medidas dos projetos”.

c) **Cálculo dos preços unitários:** este cálculo é efetuado na composição de preços unitários, onde são discriminados todos os materiais que são empregados, como

também, o efetivo necessário para a produção de uma única unidade do serviço em questão em relação a sua unidade de medida.

d) Cálculo dos custos de cada um dos serviços: trata-se da multiplicação da quantidade calculada para cada serviço pelos respectivos preços unitários.

1.1.4. Levantamento dos quantitativos

Segundo Mattos (2006, p. 44):

“A etapa de levantamento de quantidades (ou quantitativos) é uma das que intelectualmente mais exigem do orçamentista, porque demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consulta a tabelas de engenharia, tabulação de números, etc.”

Como já foi exposto anteriormente, é importante que os cálculos dos quantitativos tenham um embasamento teórico de critérios de medição provenientes de fontes confiáveis. Dentre as publicações bem difundidas e aceitas no profissional, está o TCPO.

1.2. Building Information Modeling

1.2.1. Conceituação

O conceito resume-se em reunir todas as informações inerentes ao projeto em questão em um único modelo central, de onde poderão ser extraídas durante a construção ou ainda servir como histórico após o projeto ser terminado.

Dentro desse modelo central, poderão estar presentes informações inerentes à geometria, aos detalhes construtivos, às especificações de componentes, quantitativos detalhados (inclusive com preços e fornecedores), às informações estruturais (de resistência, comportamento de materiais, armação das estruturas em concreto armado), às eventuais divisões em fases da obra, entre outras.

Além destas, aspectos espaciais como posição, topografia e iluminação solar também podem ser incluídos no modelo.

A elaboração deste modelo central de um empreendimento, aliada a fatores conhecidos pela equipe, como, por exemplo, um cronograma, um agente externo ou uma mudança de escopo, auxilia muito na tomada de decisão por parte dos gestores, pois as ferramentas permitem a criação e o estudo de diversos cenários cronológicos, financeiros e construtivos.

1.2.2. Histórico

Segundo Eastman et al. (2014), os primeiros fundamentos relacionados à tecnologia BIM (Building Information Modeling) como conceito surgiram na década 1970 e levou cerca de 20 anos para que o termo ganhasse forma no meio acadêmico.

Em 1975 o professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia nos Estados Unidos, na época professor da Universidade de Carnegie-Mellon, Charles M. “Chuck” Eastman, publicou no extinto jornal de AIA o protótipo do Building Description System (BDS). Neste trabalho, haviam noções básicas de BIM como: definir elementos de forma interativa, estimativas de custos e quantidades de materiais poderiam ser facilmente gerados, ou seja, já era possível condensar esse conjunto de informações em um banco de dados único e integrado para análises visuais e quantitativas.

Esse conceito não só foi importante para desenvolvimento da tecnologia, hoje conhecida como BIM, como também para os softwares de desenhos assistidos por computador, conhecidos como CAD (Computer Aided Design). Na atualidade, esse é o método mais comum utilizado para desenho de projetos e afins, no meio da construção civil em geral.

O primeiro documento com o uso do termo Building Modeling apareceu em 1986, tendo o mesmo sentido do que é usado hoje, foi título de um artigo publicado por Robert Aish, que até então trabalhava em uma renomada empresa de fabricação de softwares americana. Nele, Aish estabelece todos os argumentos que conhecemos como BIM e toda implementação da tecnologia, incluindo modelagem 3D, extração de desenho automáticos, componentes inteligentes e paramétricos, banco de dados relacionais, cronograma dos processos de construção e assim por diante.

O termo Building Modeling tornou-se Building Information Model, que foi usado pela primeira vez em dezembro de 1992 por G.A van Nederveen e F. Tolman no seu artigo “Automation e Construction”.

A partir desse ponto, o BIM teve uma maior popularização e hoje conta com diversos softwares munidos dessa tecnologia.

Uma parte das construtoras já está demandando de tecnologia BIM. Novos conhecimentos e papéis estão sendo desenvolvidos. Algumas implementações piloto

bem-sucedidas estão levando a aceitação da tecnologia por alguns empreiteiros. Não só o BIM mas também uma gestão de CAD 4D, que é a utilização da tecnologia BIM juntamente com o acompanhamento e controle de cronograma.

Acredita-se que nos próximos anos, o uso da ferramenta BIM deve ser ampliado consideravelmente entre as construtoras, empreiteiros e escritórios de arquitetura. Levando em consideração que ele contribui para um grau de pré-fabricação mais alto, flexibilidade e variação de métodos construtivos, considerável redução de erros em projetos, menores desperdícios e melhor produtividade das equipes.

Vê-se que o BIM hoje é uma ferramenta comercial viável e tende a se tornar indispensável nas construções de empreendimentos. A transição para o BIM dos softwares de desenhos assistidos por computador, CAD, tende a ser uma quebra de paradigma do desenho propriamente dito para a modelagem do empreendimento.

1.2.3. Ferramentas

Existem diversas ferramentas que utilizam esses conceitos, cada uma com suas particularidades, focos de atuação, público alvo e funcionalidades. Desde ferramentas mais simples, até outras potentes e robustas. Dentre elas, podem ser citadas: *Allplan®*, *ArchiCAD®*, *Revit®*, *Bentley Building®*, *VectorWorks®*, por exemplo.

2. METODOLOGIA:

2.1. Escolha da edificação e dos serviços a serem estudados

O ponto de partida foi a escolha da edificação a ser estudada. Tal projeto é uma adaptação da planta original, que, inicialmente, foi concebido como apartamento e foi modificado para se tornar uma residência, apenas com adição de algumas esquadrias e a inclusão do telhado.

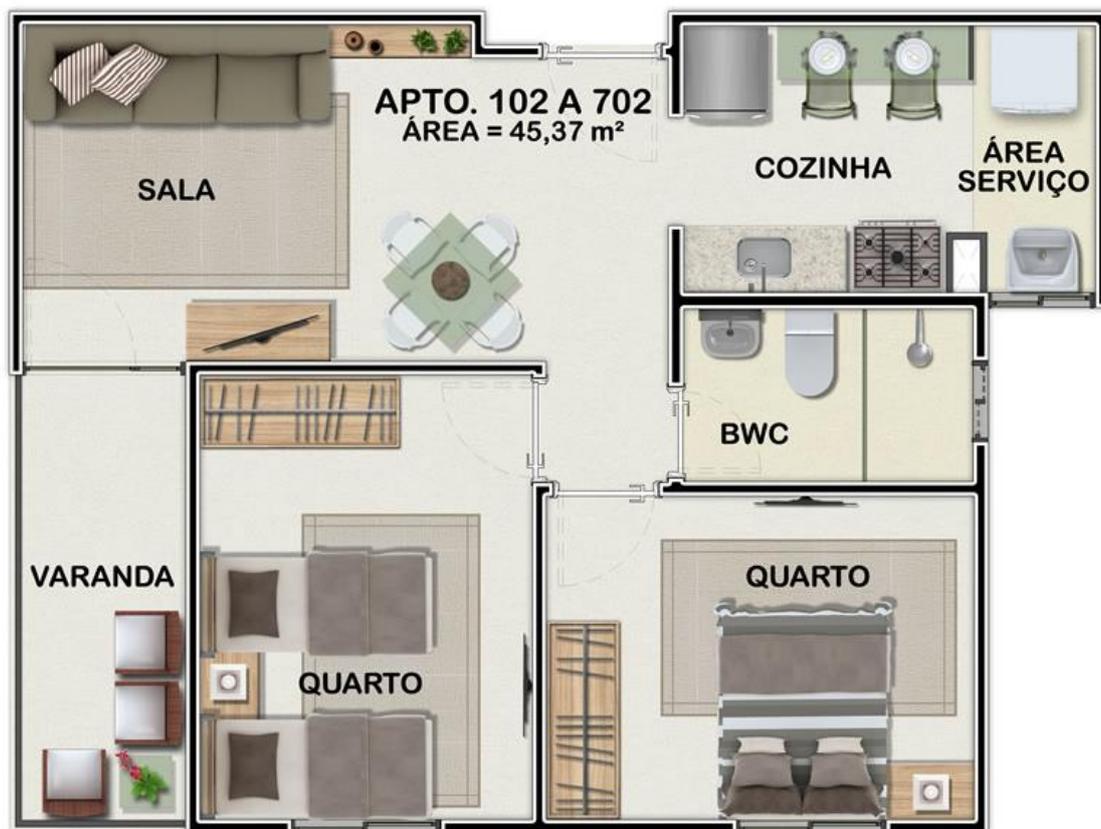


Figura 1: Situação (Planta Baixa)

Na elaboração deste estudo, como já citado anteriormente, o nível de detalhamento escolhido é compatível com o propósito a ser atingido: quantificar os serviços estudados, entender o comportamento do *Revit*® durante a quantificação e verificar a precisão deste levantamento em relação aos valores calculados através da sistemática habitual.

Os serviços escolhidos para serem avaliados foram: alvenaria de elevação, pintura, revestimento em azulejo para parede, janelas, portas, guarda-corpo, piso, revestimento de piso e telhado.

2.2. Critérios de medição da metodologia tradicional

No desenvolvimento do levantamento através da metodologia “convencional” de orçamentação, os critérios de medição que foram levados em consideração na quantificação dos serviços foram os que estão apresentados no TCPO.

Sendo assim, foram escolhidos serviços similares aos utilizados no projeto para servir de referência. Foram eles:

a) Para alvenaria, conforme Editora Pini (2008, p. 200):

“[...] ALVENARIA de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 – tipo 1: [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Pela área. Considerar cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m². Vãos com área superior a 2 m², descontar apenas o que exceder a essa área”.

O TCPO Não deixa claro o motivo desse critério de medição, porém segundo Mattos (2006, p. 50):

“Quando num pano de parede existirem aberturas - portas, janelas, basculantes, elementos vazados, etc. -, há algumas regras práticas para o levantamento da área de alvenaria:

Área da abertura inferior a 2 m² - despreza-se o vão da abertura, isto é, não se faz desconto algum na parede;

Área da abertura igual ou superior a 2 m² - desconta-se da área total o que exceder a 2 m².

Essa regra parte do pressuposto que a execução da alvenaria nas bordas da abertura demanda tempo com ajustes, arestamento, escoramento dos blocos, colocação de verga e contraverga, e que esse tempo seria equivalente ao que o pedreiro levaria para preencher o vão se a parede fosse inteira. A regra não é perfeita porque faz uma compensação de homem-hora por material, mas ainda assim é uma prática muito difundida entre os orçamentistas.”

b) Para portas, conforme Editora Pini (2008, p. 263): “[...] PORTA externa de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: por unidade”.

Em alguns casos, dependendo da tabela orçamentária de referência utilizada, as esquadrias também podem ser medidas em metros quadrados [m²].

c) Para janelas, conforme Editora Pini (2008, p. 271): “[...] JANELA de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, basculante, com contramarcos [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: por área da janela”.

Da mesma forma que a porta pode ser considerada em metros quadrados [m²], as janelas também podem ser consideradas por unidade.

d) Para a estrutura de madeira para coberta, conforme Editora Pini (2008, p. 234): “[...] ESTRUTURA de madeira para telha cerâmica ou de concreto [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: pela área de projeção horizontal do telhado”.

Neste caso, deve-se levar em consideração a inclinação do telhado no preço unitário do serviço, não na medição da área.

e) Para telhas cerâmicas, conforme Editora Pini (2008, p. 248) “[...] COBERTURA com telha cerâmica, inclinação 35% [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: pela área medida em projeção horizontal”.

Similarmente ao caso anterior, a inclinação deve ser contabilizada no preço unitário do serviço.

f) Para o piso em concreto, conforme Editora Pini (2008, p. 96): “[...] PASSEIO EM CONCRETO, fck = 13,5 MPa, controle tipo “C”, incluindo preparo de caixa, e = 7 cm [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: pela área efetiva”.

Para pintura externa, conforme Editora Pini (2008, p. 292):

“[...] PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA em parede externa, sem massa corrida [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Pela área, não descontar vãos até 2,00 m². Para vãos superiores a 2,00 m², descontar apenas o que exceder, em cada vão, a essa área”.

g) Para pintura interna, conforme Editora Pini (2008, p. 292 e p. 293):

“09115.8.12. – PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: pela área, não descontar vãos até 2,00 m². Para vãos superiores a 2,00 m², descontar apenas o que exceder, em cada vão, a essa área”.

h) Para revestimento (piso e parede) cerâmico, conforme Editora Pini (2008, p. 340):

“[...] CERÂMICA comum em placa 20 cm x 20 cm, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: área efetiva do revestimento, desenvolvendo-se áreas de espaletas, faixas, etc”.

Como não foi encontrado nenhum serviço de guarda-corpo no TCPO, o critério de medição adotado será o mesmo critério adotado para o serviço de corrimão, conforme sugere o Manual de Obras Públicas-Edificações em seu caderno específico para Projeto.

Na publicação elencada está disposto o seguinte:

i) Para o guarda-corpo:

Conforme o manual supra citado:

“04.01.801 Corrimão: Este preço deverá compreender todas as despesas decorrentes do fornecimento dos materiais, ferramentas, equipamentos e mão-de-obra necessários à sua instalação, conforme especificações e recomendações do fabricante, incluindo materiais acessórios, serviços auxiliares de pedreiro, limpeza e outros. A medição será efetuada com base nas quantidades e conjuntos definidos no projeto, e o pagamento por metro linear.” (SEAP [21--], p. 53)

Posteriormente, é encontrado o seguinte texto: “04.01.803 Guarda-corpo: idem 04.01.801” (SEAP [21--], p. 54)

Logo, partindo-se do pressuposto de que é correto raciocinar que o serviço do guarda-corpo utiliza o mesmo critério de medição que o serviço do corrimão, no TCPO encontra-se o texto disposto a seguir:

Para o guarda-corpo, conforme Editora Pini (2008, p. 233): “[...] CORRIMÃO tubular de ferro galvanizado[...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Metro linear”.

Tabela 1 - Resumo de Quantitativos - Método Convencional

Resumo de Quantitativos - Método Convencional			
ÍTEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT
1	ELEVAÇÃO		
1.1	ALVENARIA DE TIJOLOS DE 8 FUIROS DE 1/2 VEZ	m ²	145,56
2	ESQUADRIAS		
2.1	PORTAS		
2.1.1	0,70x2,10	UN	1,00
2.1.2	0,80x2,10	UN	2,00
2.1.3	0,90x2,10	UN	2,00

Resumo de Quantitativos - Método Convencional			
ÍTEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT
2.2	JANELAS		
2.2.1	0,60x0,60	UN	2,00
2.2.2	0,80x0,80	UN	2,00
2.2.3	1,20x1,00	UN	1,00
2.2.4	2,00x1,00	UN	1,00
2.2.5	3,00x1,00	UN	1,00
3	TELHADO		
3.1	ESTRUTURA DE MADEIRA	m ²	85,53
3.2	TELHA	m ²	85,53
4	PISO		
4.1	LAJE DE PISO	m ²	54,39
4.2	LAJE DE TETO	m ²	54,39
4.3	PISO CERÂMICO	m ²	46,37
5	PINTURA		
5.1	PINTURA ACRÍLICA	m ²	153,77
5.2	PINTURA PVA	m ²	155,10
6	REVESTIMENTOS		
6.1	REVESTIMENTO COM AZULEJOS	m ²	20,66
7	DIVERSOS		
7.1	GUARDA-CORPO	m	5,39

Tabela 2 - Memória de Cálculos dos quantitativos - Método Convencional

MEMÓRIA DE CÁLCULOS - MÉTODO CONVENCIONAL								
obs: a título de orientação, vamos definir as referências em relação as fachadas na vista de um observador que olha perpendicularmente a fachada frontal.								
1	ELEVAÇÃO							
1.1	ALVENARIA DE TIJOLOS DE 8 FUROS DE 1/2 VEZ	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	PAREDES EXTERNAS							
	fachada frontal		6,62		3,08			20,39
	fachada lateral direita		8,40		3,08			25,87
	fachada posterior		6,62		3,08			20,39
	fachada lateral esquerda		8,80		3,08			27,10
	descontos: CONFORME TCPO 13							
	janela alumínio (3,00x1,00)		3,00		1,00		- 1,00	- 1,00
	PAREDES INTERNAS							
	quarto		2,40		3,08			7,39
			3,80		3,08			11,70
	suíte		3,20		3,08			9,86
	wc		2,05		3,08			6,31
			1,80		3,08			5,54
	cozinha		1,92		3,08			5,91
	EMPENAS							

MEMÓRIA DE CÁLCULOS - MÉTODO CONVENCIONAL								
obs: a título de orientação, vamos definir as referências em relação as fachadas na vista de um observador que olha perpendicularmente a fachada frontal.								
b	perpendiculares a entrada frontal		8,40		0,60	2,00	0,50	5,04
	paralelas a entrada frontal		6,62		0,08	2,00		1,06
	TOTAL							145,56
2	ESQUADRIAS							
2.1	PORTAS							
2.1.1	0,70x2,10	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	wc		0,713		2,134	1,00		1,52
	TOTAL					1,00		1,52
2.1.2	0,80x2,10	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	quarto		0,813		2,1340	1,00		1,73
	suíte		0,813		2,1340	1,00		1,73
	TOTAL					2,00		3,46
2.1.3	0,90x2,10	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	entrada		0,915		2,1340	1,00		1,95
	varanda		0,915		2,1340	1,00		1,95
	TOTAL					2,00		3,90
2.2	JANELAS							
2.2.1	0,60x0,60	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	wc		0,60		0,60	1,00		0,36
	cozinha/área de serviços		0,60		0,60	1,00		0,36
	TOTAL					2,00		0,72
2.2.2	0,80x0,80	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	cozinha/área de serviços		0,80		0,80	2,00		1,28
	TOTAL					2,00		1,28
2.2.3	1,20x1,00	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	quarto		1,20		1,00	1,00		1,20
	TOTAL					1,00		1,20
2.2.4	2,00x1,00	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	suíte		2,00		1,00	1,00		2,00
	TOTAL					1,00		2,00
2.2.5	3,00x1,00	UN	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	sala		3,00		1,00	1,00		3,00
	TOTAL					1,00		3,00
3	TELHADO							
3.1	ESTRUTURA DE MADEIRA	m²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	projeção da cobertura		8,2243	10,40				85,53
	TOTAL							85,53
3.2	TELHA	m²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	projeção da cobertura		8,2243	10,40				85,53

MEMÓRIA DE CÁLCULOS - MÉTODO CONVENCIONAL								
obs: a título de orientação, vamos definir as referências em relação as fachadas na vista de um observador que olha perpendicularmente a fachada frontal.								
	TOTAL							85,53
4	PISO							
4.1	LAJE DE PISO	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	piso/radier		6,62	7,90				52,30
			0,90	2,32				2,09
	TOTAL							54,39
4.2	LAJE DE TETO	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	laje pré-moldada		6,62	7,90				52,30
			0,90	2,32				2,09
	TOTAL							54,39
4.3	PISO CERÂMICO	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	varanda		3,80	1,70				6,46
	sala		2,42	5,25				12,71
	cozinha		1,92	2,95				5,66
	wc		1,60	2,05				3,28
	suíte		2,30	3,20				7,36
	corredor		1,30	0,95				1,24
	quarto		2,40	3,60				8,64
	soleiras							
	portas de 0,70		0,70	0,20		1,00		0,14
	portas de 0,80		0,80	0,20		2,00		0,32
	portas de 0,90		0,90	0,20		2,00		0,36
	vão da cozinha		1,00	0,20		1,00		0,20
	TOTAL							46,37
5	PINTURA							
5.1	PINTURA ACRÍLICA	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	PAREDES EXTERNAS							
	fachada frontal		6,62		3,35			22,18
	fachada lateral direita		8,80		3,35			29,48
	fachada posterior		6,62		3,35			22,18
	fachada lateral esquerda		8,80		3,35			29,48
	descontos: CONFORME TCPO 13							
	janela alumínio (3,00x1,00)		3,00		1,00		- 1,00	- 1,00
	EMPENAS							
	perpendiculares a entrada frontal		8,40		0,60	2,00	0,50	5,04
	paralelas a entrada frontal		6,62		0,08	2,00		1,06
	TETOS							
	varanda		3,80	1,70				6,46
	sala		2,42	5,25				12,71
	cozinha		1,92	2,95				5,66
	wc		1,60	2,05				3,28
	suíte		2,30	3,20				7,36
	corredor		1,30	0,95				1,24
	quarto		2,40	3,60				8,64

MEMÓRIA DE CÁLCULOS - MÉTODO CONVENCIONAL								
obs: a título de orientação, vamos definir as referências em relação as fachadas na vista de um observador que olha perpendicularmente a fachada frontal.								
	TOTAL							153,77
5.2	PINTURA PVA	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	PAREDES INTERNAS							
	sala		2,42		3,08	2,00		14,91
			5,25		3,08	2,00		32,34
	descontos: CONFORME TCPO 13							
	janela alumínio (3,00x1,00)		3,00		1,00		- 1,00	- 1,00
	cozinha		1,92		3,08	2,00		11,83
			2,95		3,08	2,00		18,17
	suíte		2,30		3,08	2,00		14,17
			3,20		3,08	2,00		19,71
	corredor		1,30		3,08	2,00		8,01
	quarto		2,40		3,08	2,00		14,78
			3,60		3,08	2,00		22,18
	TOTAL							155,10
6	REVESTIMENTOS							
6.1	REVESTIMENTO COM AZULEJOS	m ²	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	PAREDES INTERNAS							
	wc		1,60		3,08	2,00		9,86
			2,05		3,08	2,00		12,63
	descontos: CONFORME TCPO 13							
	porta		0,70		2,10		- 1,00	- 1,47
	janela		0,60		0,60		- 1,00	- 0,36
	TOTAL							20,66
7	DIVERSOS							
7.1	GUARDA-CORPO	m	COMP.	LARG.	ALT.	QUANT.	TAXA.	SUB-TOTAL
	varanda		3,78					3,78
			1,61					1,61
	TOTAL							5,39

2.3. Elaboração da maquete eletrônica (modelo central) com o Autodesk Revit® e obtenção das tabelas

2.3.1. Configurando os níveis:

Uma vez escolhido o empreendimento, o próximo passo foi iniciar o projeto no Autodesk Revit 2014. Sendo a Autodesk a mesma empresa responsável pela criação do software Autodesk AutoCAD, imagina-se que a maneira de se trabalhar com o Autodesk Revit seja ao menos similar à maneira que se projeta no AutoCAD. Em

alguns aspectos são bem parecidos, porém, em outros, são bem distintos. Enquanto que no AutoCAD tem-se a possibilidade de trabalhar apenas em duas dimensões, no Revit é obrigatória a utilização das três dimensões.

Então, por se tratar de um software em três dimensões, o primeiro passo foi executar a configuração dos níveis necessários para a construção.

Esta configuração pode ser feita acessando o navegador de projeto do *Revit*®. Ao acessar o navegador de projetos, executa-se um “duplo-clique” em qualquer uma das visualizações de elevações. Assim que acessada a visualização de elevação, pode-se criar novos níveis, renomeá-los e alterar suas alturas.

No projeto realizado, os níveis que foram definidos foram:

- a) PISO: O nível onde se construiu o piso da edificação e as paredes de elevação;
- b) LAJE: O nível onde se construiu a laje da edificação (obs.: Laje construída como um piso neste nível, apenas com o propósito de quantificar sua área) e as paredes que apoiam o telhado (vulgarmente chamadas de empenas);
- c) TELHADO: O nível onde se construiu o telhado da edificação.

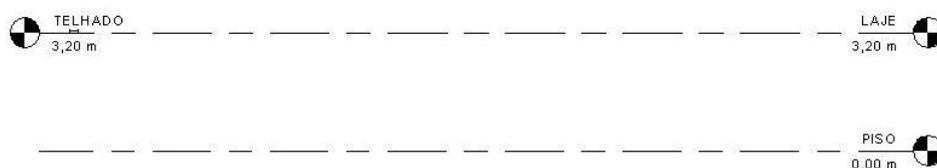


Figura 2: Configuração dos Níveis

2.3.2. Paredes:

O segundo item da edificação a ser aplicado no projeto foi a elevação das paredes. A ferramenta parede pode ser acessada através da aba “Arquitetura”, ou digitando-se a tecla de atalho (WA). No software, pode-se escolher como as paredes vão se comportar em relação aos níveis. Pode-se deixar sua altura diretamente ligada aos níveis previamente configurados, ou atribuir alturas totalmente independentes destes. Neste projeto, como o objetivo principal é a quantificação das paredes, optou-se por escolher um estilo de parede genérico, porém, no software, existe a opção de “refinar” os parâmetros a serem definidos para parede (ex.: alvenaria, bloco de gesso, bloco de concreto, chapisco, emboço, reboco, cerâmicas, pintura, etc). Essa

parametrização pode ser feita, clicando-se no botão “editar tipo”, no navegador definido como propriedades. Lá, dentre os parâmetros configuráveis, encontra-se a estrutura da parede. É neste campo que é possível realizar a edição supracitada.

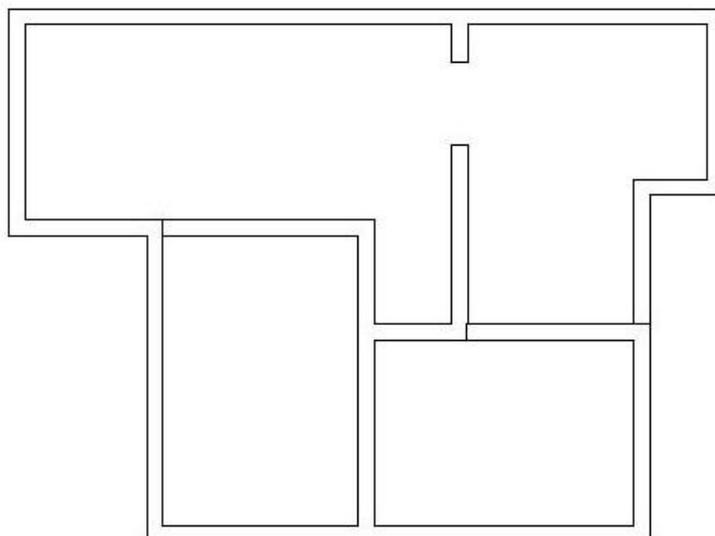


Figura 3: Planta Baixa - Paredes

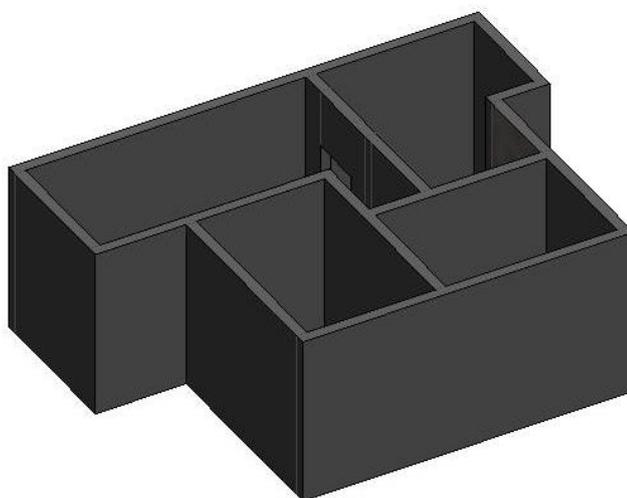


Figura 4: Vista 3D - Paredes

2.3.3. Pisos:

Após as paredes, o próximo passo foi a construção dos pisos. No projeto, tanto o piso da casa, quanto a laje de ferro, ambos são construídos com este “comando”.

Antes de iniciar o uso da ferramenta, deve-se acessar o nível em que o piso será construído no navegador de projeto e escolher a planta baixa que receberá o piso (ou laje) e escolher o nível que será aplicado o componente (piso ou forro).

Após a seleção da visualização, a ferramenta pode ser encontrada na aba “Arquitetura”.

Neste ponto, houve a necessidade de escolher qual seria o método de construção do piso. Ou se utilizaria um piso em cada ambiente da casa, ou, seria construída uma laje de piso geral para a casa. No desenho, optou-se pela segunda opção.

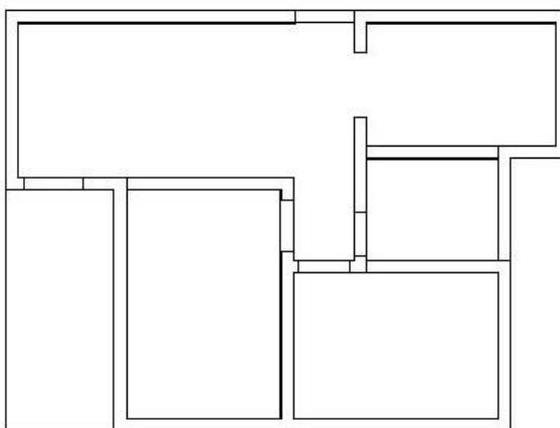


Figura 5: Planta Baixa - Paredes e Piso

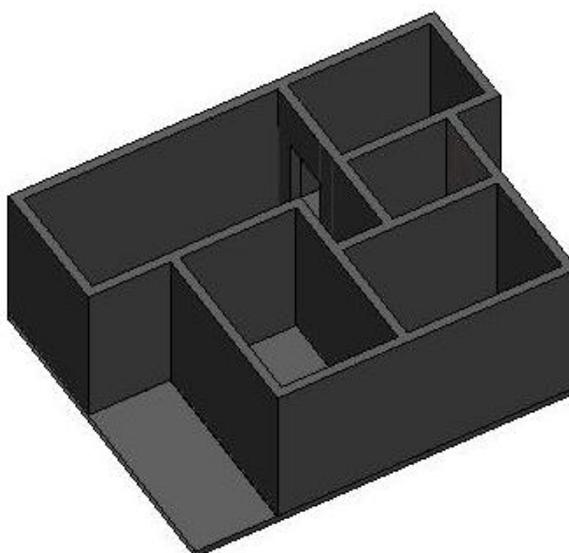


Figura 6: Vista 3D - Paredes e Pisos

2.3.4. Esquadrias:

Ambas, portas e janelas, foram inseridas no projeto por suas respectivas ferramentas. Ambas podem ser acessadas através da aba “Arquitetura”.

A ferramenta porta também pode ser acessada através do comando de atalho (DR), enquanto que as janelas, através do atalho (WN). Os parâmetros relativos aos materiais e as dimensões de cada peça podem ser alterados através do botão “editar tipo” relativo à família da ferramenta ativa. A unidade de medição escolhida para cada esquadria foi a unidade. Porém, as esquadrias foram categorizadas pelo seu tipo e por suas dimensões.

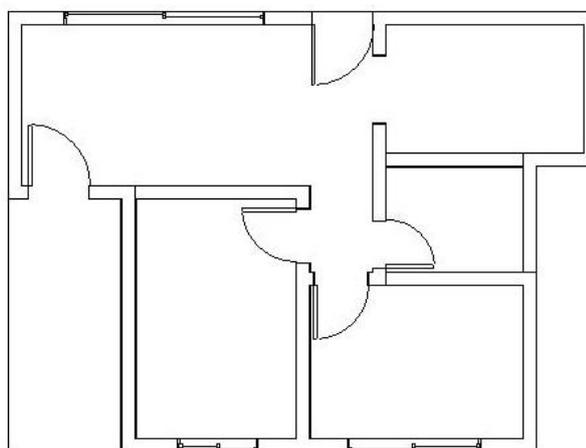


Figura 7: Planta Baixa - Paredes, Piso e Esquadrias

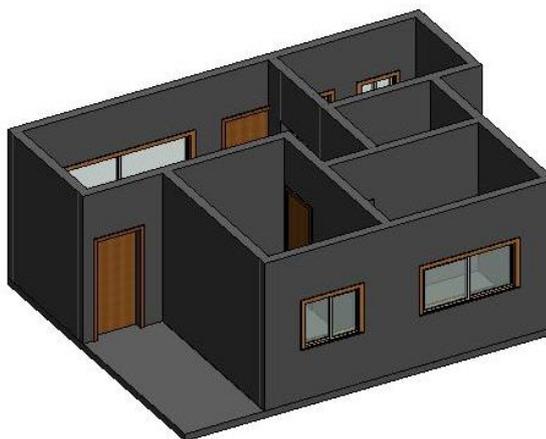


Figura 8: Vista 3D - Paredes, Piso e Esquadrias 01

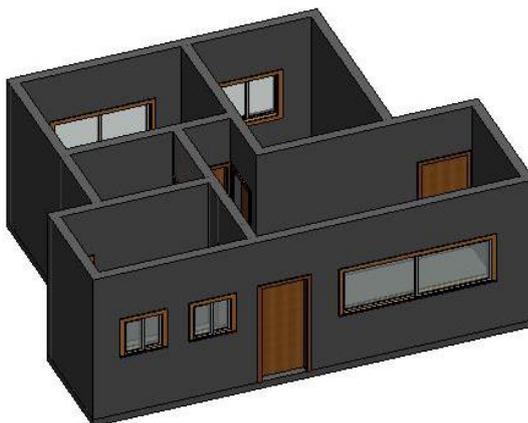


Figura 9: Vista 3D - Paredes, Piso e Esquadrias 02

2.3.5. Telhado:

Após as esquadrias, a próxima etapa da construção aplicada no projeto foi a que se referiu à construção do telhado. No projeto, decidiu-se apoiar o telhado em cima de uma laje, e executar os complementos de parede (empenas) em cima da laje, para fazer o fechamento. Esta solução foi a mais simples de se construir no modelo central. Porém, descobriu-se que o software não vem “de fábrica” provido de soluções esteticamente elegantes para telhados. No projeto, optou-se pela construção de um telhado genérico, inserindo, em sua estrutura genérica, cerâmica de revestimento (representando as telhas) e madeira (representando a estrutura de madeira), uma vez que o principal objetivo é a quantificação dos serviços que estariam presentes no orçamento da edificação e, o esforço necessário para criar um “template” específico para um resultado visualmente mais agradável não aumentaria a precisão dos quantitativos esperados na construção. Contudo, será exibido um exemplo de um telhado com uma aparência mais aprazível.

A construção da laje de apoio pode ser realizada através da ferramenta piso. Basta escolher a visualização de planta baixa de piso, porém, no nível de forro, e executar o comando como foi explanado anteriormente. A elevação das empenas que conectam a laje de apoio ao telhado é realizada através da ferramenta parede, porém no nível da laje.

O telhado, por sua vez, é executado com a ferramenta telhado, também acessada na aba “Arquitetura” e sua estrutura, similarmente aos parâmetros das outras ferramentas, pode ser editada no botão “editar tipo” do navegador de propriedades, quando a ferramenta telhado está ativa.

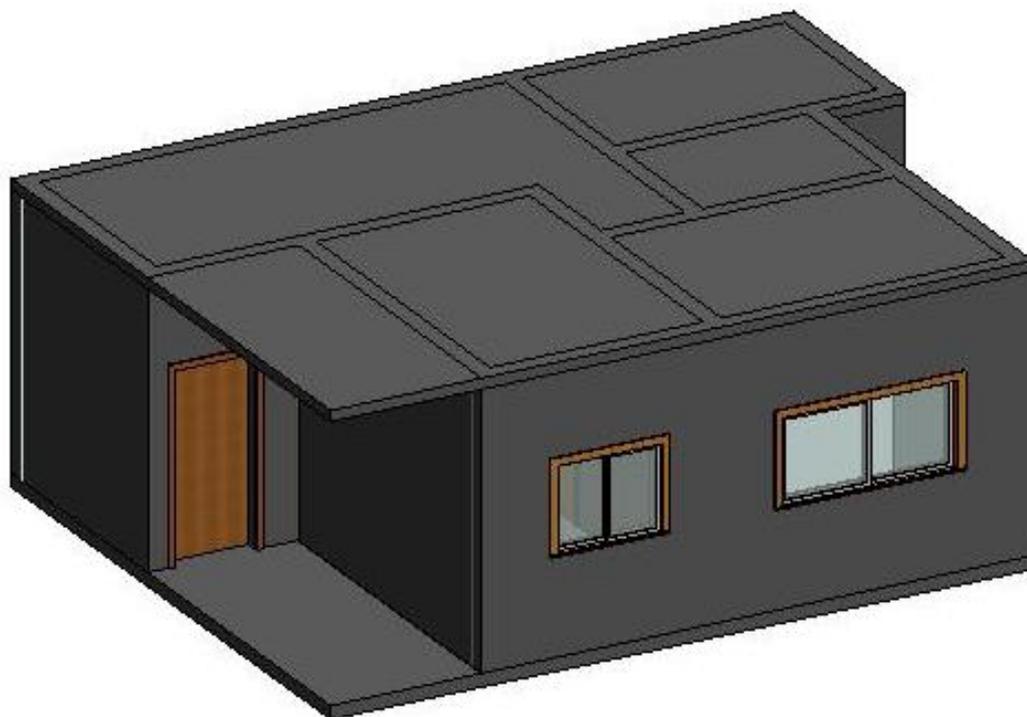


Figura 10: Laje de Apoio ao Telhado 01

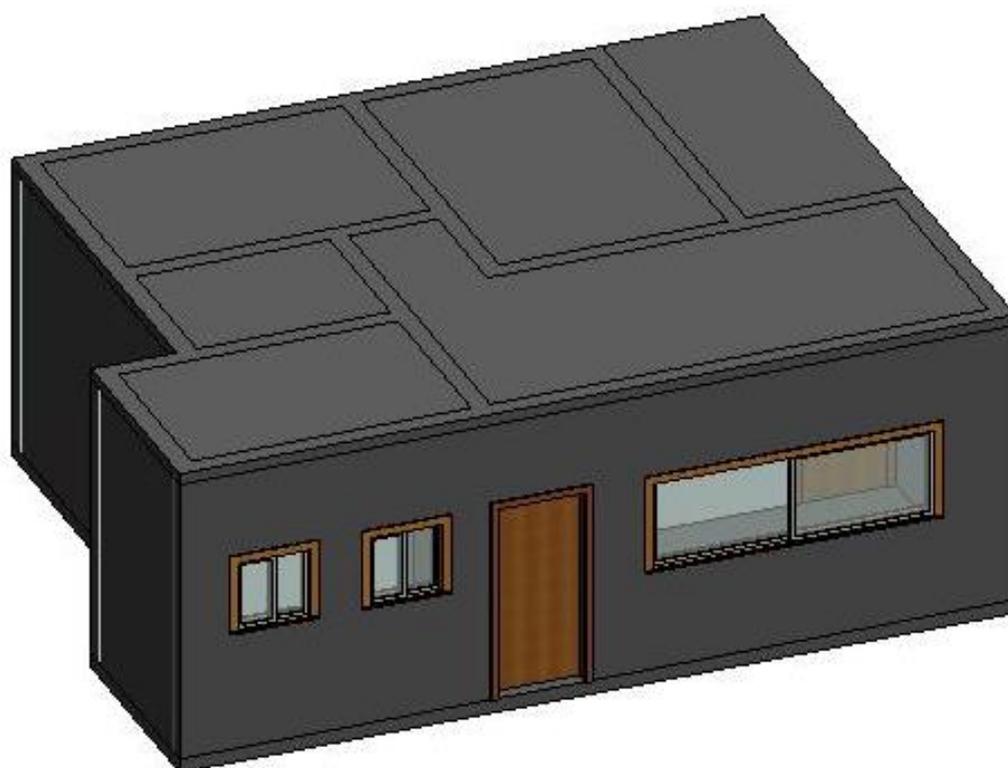


Figura 11: Laje de Apoio ao Telhado 02

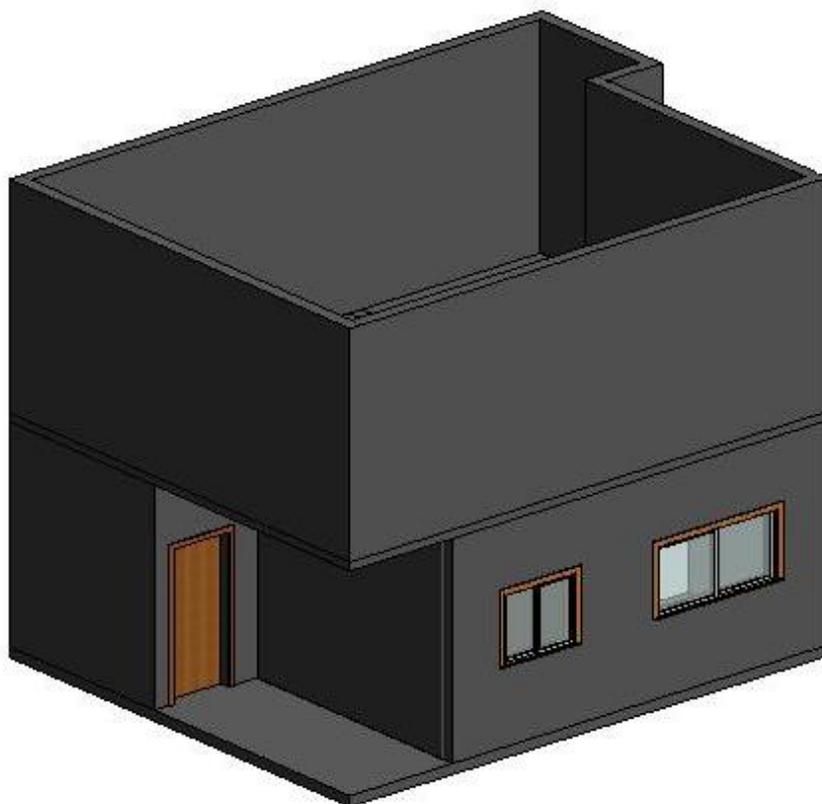


Figura 12: Elevação para construção das empenas 01

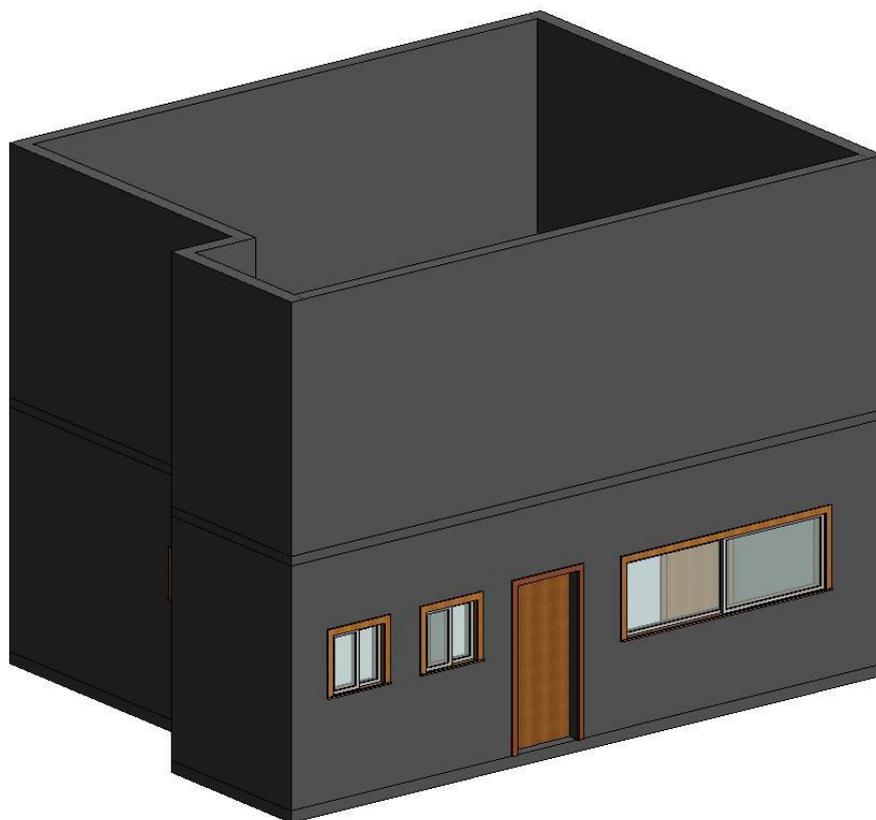


Figura 13: Elevação para construção das empenas 02

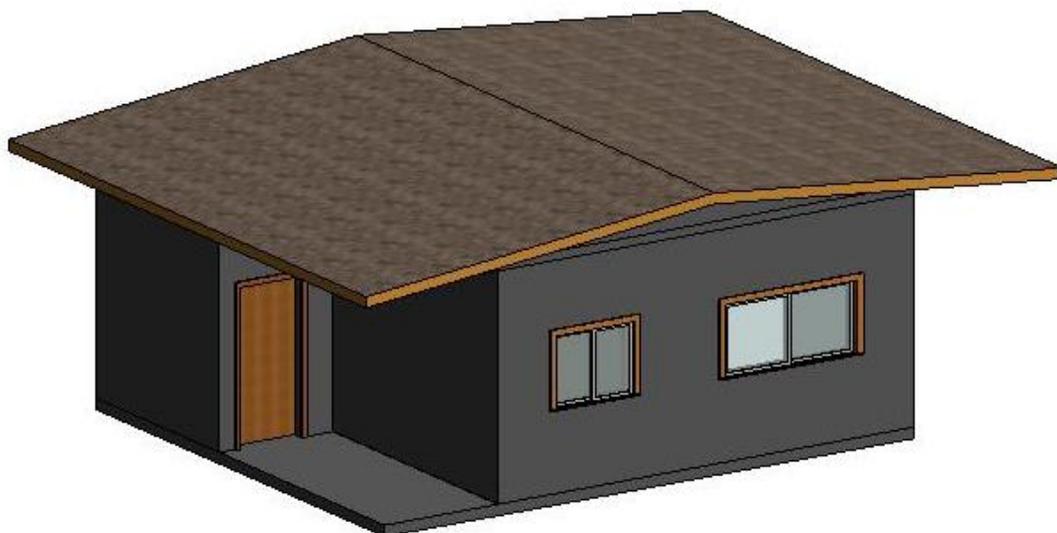


Figura 14: Construção do Telhado com o Fechamento das Empenas 01



Figura 15: Construção do Telhado com o Fechamento das Empenas 02

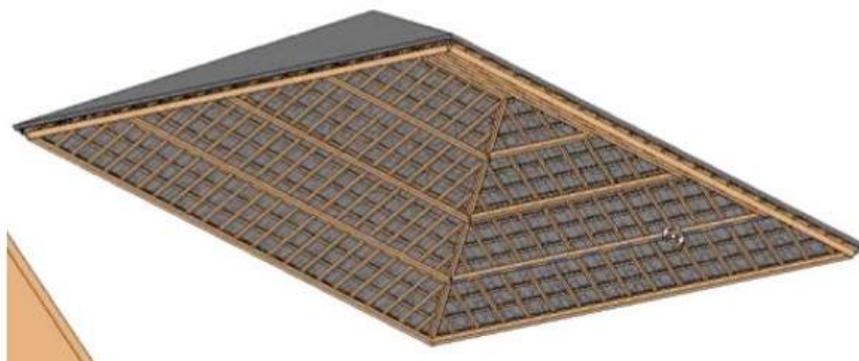


Figura 16: Exemplo de Telhado com Madeiramento no Autodesk Revit 01
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=togP9pivd4g>

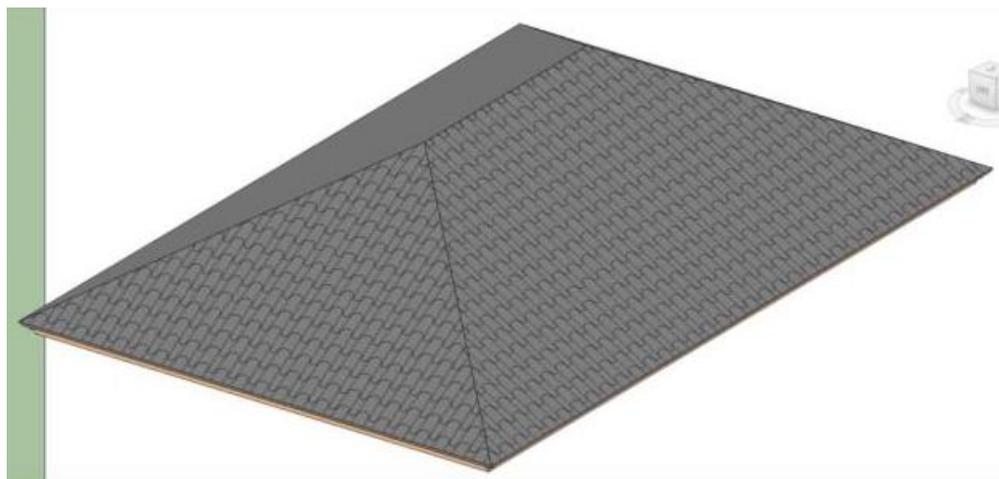


Figura 17: Exemplo de Telhado com Madeiramento no Autodesk Revit 02
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=togP9pivd4g>

2.3.6. Guarda-corpo:

Depois do comando telhado, os próximos comandos relevantes para o trabalho foram os comandos guarda-corpo e pintura. O comando guarda-corpo é bem similar aos comandos de esquadrias. Pode facilmente ser construído com sua ferramenta específica, que pode ser encontrada na aba “Arquitetura”.

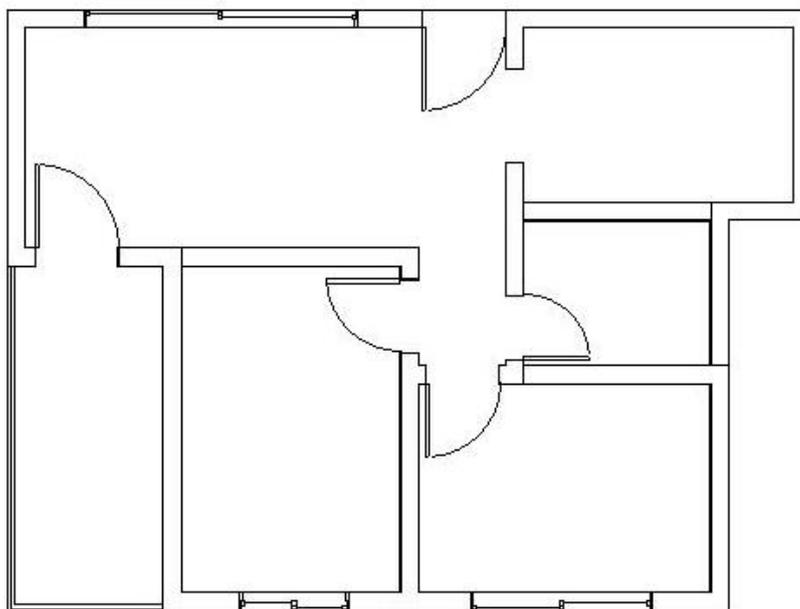


Figura 18: Planta Baixa - Inclusão do Guarda-Corpo



Figura 19: Vista 3D - Inclusão do Guarda-Corpo

2.3.7. Revestimentos e pintura:

No software, o comando pintura é aquele cuja função é a aplicação das diversas camadas de revestimentos nas diversas faces do projeto (piso, paredes, tetos e esquadrias), e os quantitativos são computados nas tabelas de quantitativos. Foram aplicados os materiais referentes às cerâmicas e pinturas no piso e na parede. Nas paredes, foram aplicados os materiais previamente criados para tinta acrílica, tinta PVA, e foi utilizado um azulejo existente na biblioteca do acervo do software com a função de revestimento cerâmico. No piso, foi aplicado o mesmo azulejo com a função de representar um revestimento cerâmico para piso, uma vez que não havia na biblioteca um revestimento cerâmico apropriado para piso.

A ferramenta de pintura pode ser acessada através da aba “Modificar”. O ícone não tem legenda. Este localiza-se ao lado direito do botão “Cortar” e, também pode ser acessado através do atalho (PT). A aplicação da ferramenta é realizada clicando-se no material que se deseja “pintar” a superfície. Clica-se no material (não fecha o navegador de materiais, aplica-se a pintura com o navegador ativo) desejado, e, clica-se na superfície de aplicação.

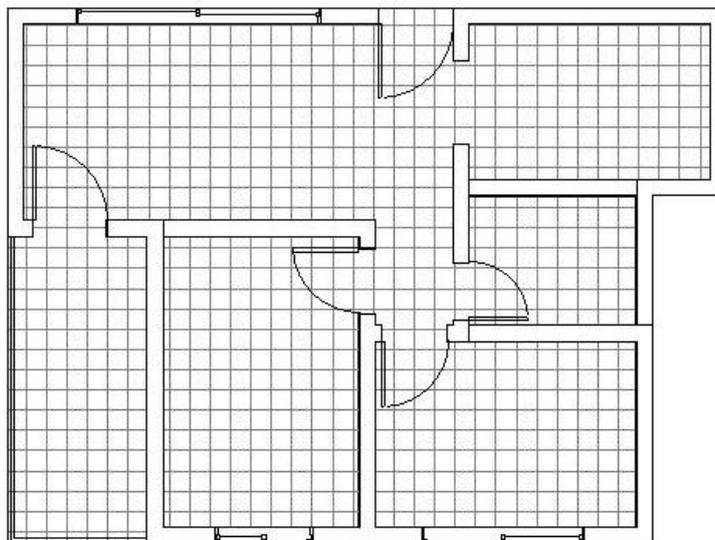


Figura 20: Planta Baixa - Revestimento Cerâmico no Piso

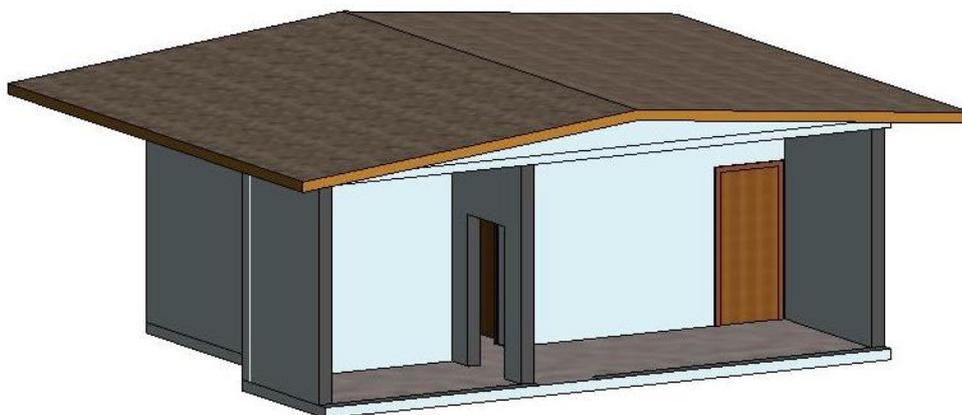


Figura 21: Pintura Interna: Pintura de Paredes, Revestimento Cerâmico de Piso



Figura 22: Pintura Interna: Revestimento Cerâmico de Piso e Parede (WC)



Figura 23: Pintura Externa 01



Figura 24: Pintura Externa 02

2.3.8. Geração das tabelas de quantitativos:

Após aplicados todos esses passos, o projeto ficou pronto. Até aqui, a única preocupação foi com o “desenho” do projeto. Não foi necessário, até este ponto, nenhum conhecimento específico de orçamentação. Nenhum parâmetro relevante ao orçamento do projeto foi utilizado até aqui. Apenas os desenhos.

Porém, agora chegou a hora da geração das tabelas. Inicialmente, esperava-se gerar uma tabela contendo todos os serviços e os seus respectivos quantitativos. Porém, isso não foi possível. A opção disponível no Autodesk Revit foi a de gerar várias tabelas. Uma para cada serviço.

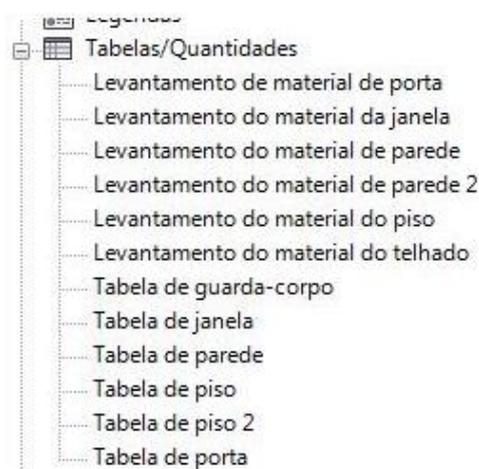


Figura 25: Lista de Tabelas Geradas

Na geração de planilhas, existem duas possibilidades: “Tabelas/Quantidades” e “Levantamento de Material”. A primeira opção nos dá quantitativos de serviços gerais: paredes, pisos, telhado, janelas, portas, etc. Já a segunda opção nos fornece os quantitativos dos diversos materiais que formam os serviços.

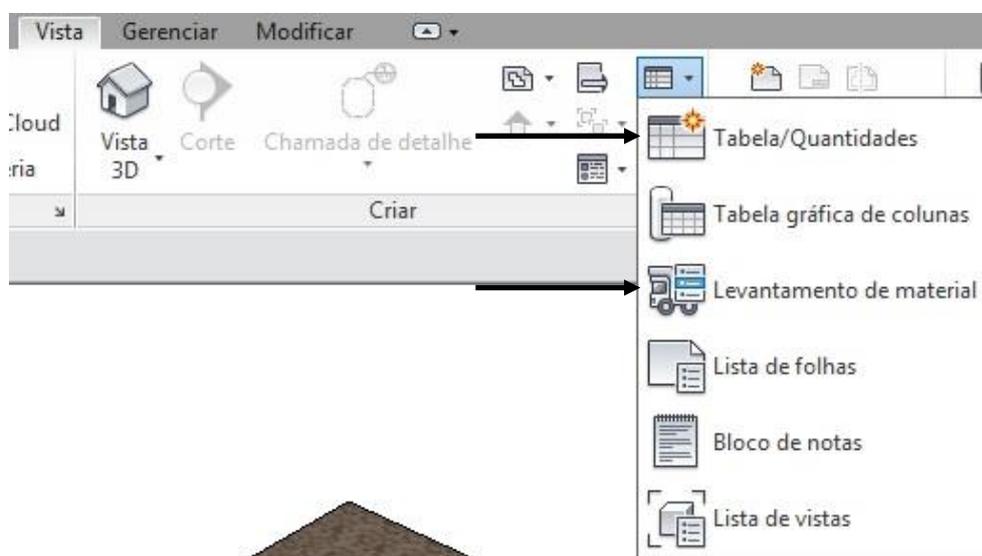


Figura 26: Opções de Geração de Tabelas

A primeira opção é destinada à elaboração do orçamento propriamente dito. A segunda opção, ao controle e planejamento da obra. Porém, na prática, a opção de tabela por “Levantamento do Material” fornece uma tabela, na maioria dos casos, mais interessante para a elaboração do orçamento, pois, nesta é fornecido o quantitativo

de cada camada que compõe os diversos serviços que são levantados na modalidade “Tabelas/Quantidades”. Ou seja, tomando o caso das paredes como exemplo, enquanto que na modalidade “Tabelas/Quantidades” são fornecidos os quantitativos de parede pronta, na modalidade “Levantamento do Material”, são fornecidos os quantitativos da alvenaria, das camadas de chapisco, emboço, reboco, revestimentos cerâmicos e pinturas. É por este motivo que esta opção, para maioria dos casos, se torna bem mais interessante, quando se deseja detalhar os serviços em uma planilha orçamentária.

Porém, a depender de como será configurada esta opção, os resultados fornecidos na tabela não serão interessantes para o levantamento desejado. Tem-se um exemplo ao se trabalhar com as esquadrias. Caso os parâmetros de geração de tabela na modalidade “Levantamento de Material” não sejam bem definidos, os resultados obtidos podem ser bem confusos.

Tabela 3: Tabela de Parede - Opção Tabela/Quantidades

<Tabela de parede>			
A	B	C	D
Família	Tipo	Comprimento	Área
Parede básica	Genérico - 200	76,07 m	126,94 m ²
Total geral: 26		76,07 m	126,94 m ²

Tabela 4: Tabela de Piso 01 - Opção Tabela/Quantidades

<Tabela de piso>		
A	B	C
Família	Tipo	Área
Piso	Laje de Forro	54,42 m ²
Piso	Laje de Piso	54,42 m ²
Total geral: 2		108,85 m ²

Tabela 5: Tabela de Piso 02 - Opção Tabela/Quantidades (Acrescentado o Campo Nível)

<Tabela de piso 2>			
A	B	C	D
Família	Nível	Tipo	Área
Piso	PISO	Laje de Piso	54,42 m²
Piso	LAJE	Laje de Forro	54,42 m²

Tabela 6: Tabela de Portas - Opção Tabela/Quantidades

<Tabela de porta>		
A	B	C
Família	Tipo	Contador
M_Descarga simples	0713 x 2134 m	1
M_Descarga simples	0813 x 2134 m	2
M_Descarga simples	0915 x 2134 m	2
Total geral: 5		5

Tabela 7: Tabela de Janelas - Opção Tabela/Quantidades

<Tabela de janela>		
A	B	C
Família	Tipo	Contador
Deslizante com alisar	0,60 x 0,60m alumínio	2
Deslizante com alisar	0,80 x 0,80m alumínio	2
Deslizante com alisar	1,20 x 1,0m alumínio	1
Deslizante com alisar	2,0 x 1,0m alumínio	1
Deslizante com alisar	3,0 x 1,0m alumínio	1
Total geral: 7		7

Tabela 8: Tabela de Guarda-Corpo - Opção Tabela/Quantidades

<Tabela de guarda-corpo>		
A	B	C
Família	Tipo	Comprimento
Guarda-corpo	1100 mm	5,39 m
Total geral: 1		5,39 m

Tabela 9: Levantamento do Material de Parede - Opção Levantamento de Material

<Levantamento do material de parede>			
A	B	C	D
Família	Tipo	Material: Nome	Material: Área
Parede básica	Genérico - 200	Azulejo cerâmico	20,63 m ²
Parede básica	Genérico - 200	Material pré-definido de parede	126,94 m ²
Parede básica	Genérico - 200	Pintura com tinta Acrilica	87,10 m ²
Parede básica	Genérico - 200	Pintura com tinta PVA	137,74 m ²
Total geral: 64			372,41 m ²

Tabela 10: Levantamento do Material do Piso - Opção Levantamento de Material

<Levantamento do material do piso>					
A	B	C	D	E	F
Família	Material: Como tinta	Nível	Tipo	Material: Nome	Material: Área
Piso	Não	PISO	Laje de Piso	Material pré-definido de piso	54,42 m ²
Piso	Sim	PISO	Laje de Piso	Azulejo cerâmico	46,24 m ²
Piso	Sim	PISO	Laje de Piso	Pintura com tinta Acrilica	4,63 m ²
Piso	Não	LAJE	Laje de Forro	Material pré-definido de piso	54,42 m ²
Piso	Sim	LAJE	Laje de Forro	Pintura com tinta Acrilica	3,70 m ²
Piso	Sim	LAJE	Laje de Forro	Pintura com Tinta acrilica - Teto	45,22 m ²

Tabela 11: Levantamento de Material de Porta - Opção Levantamento de Material (Resultado Confuso)

<Levantamento de material de porta>			
A	B	C	D
Família	Material: Nome	Material: Área	Contador
M_Descarga simples	Porta - Batente	10,65 m ²	5
M_Descarga simples	Porta - Painel	19,31 m ²	5
Total geral: 10		29,96 m ²	10

Tabela 12: Levantamento de Material de Janela - Opção Levantamento de Material (Resultado Confuso)

<Levantamento do material da janela>				
A	B	C	D	E
Família	Tipo	Material: Nome	Contador	Material: Área
Deslizante com alisar	0,60 x 0,60m alumínio		6	6,34 m ²
Deslizante com alisar	0,80 x 0,80m alumínio		6	9,12 m ²
Deslizante com alisar	1,20 x 1,0m alumínio		3	6,89 m ²
Deslizante com alisar	2,0 x 1,0m alumínio		3	9,99 m ²
Deslizante com alisar	3,0 x 1,0m alumínio		3	13,87 m ²
Total geral: 21			21	46,22 m ²

Tabela 13: Levantamento de Material do Telhado - Opção Levantamento de Material

<Levantamento do material do telhado>				
A	B	C	D	E
Família	Tipo	Material: Nome	Material: Área	Área
Telhado básico	Telhado com telha cerâmica	Telhado, Azulejo	85,96 m²	85,96 m²
Telhado básico	Telhado com telha cerâmica	Madeira de Conífera, Madeira	85,96 m²	85,96 m²

Tabela 14 - Resumo de Quantitativos - Autodesk Revit - Aplicação da Metodologia BIM

Resumo de Quantitativos - Autodesk Revit - Aplicação da Metodologia BIM			
ÍTEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT
1	ELEVAÇÃO		
1.1	ALVENARIA DE TIJOLOS DE 8 FUROS DE 1/2 VEZ	m²	126,94
2	ESQUADRIAS		
2.1	PORTAS		
2.1.1	0,70x2,10	UN	1,00
2.1.2	0,80x2,10	UN	2,00
2.1.3	0,90x2,10	UN	2,00
2.2	JANELAS		
2.2.1	0,60x0,60	UN	2,00
2.2.2	0,80x0,80	UN	2,00
2.2.3	1,20x1,00	UN	1,00
2.2.4	2,00x1,00	UN	1,00
2.2.5	3,00x1,00	UN	1,00
3	TELHADO		
3.1	ESTRUTURA DE MADEIRA	m²	85,96
3.2	TELHA	m²	85,96
4	PISO		
4.1	LAJE DE PISO	m²	54,42
4.2	LAJE DE TETO	m²	54,42
4.3	PISO CERÂMICO	m²	46,24
5	PINTURA		
5.1	PINTURA ACRÍLICA	m²	140,65
5.2	PINTURA PVA	m²	137,74
6	REVESTIMENTOS		
6.1	REVESTIMENTO COM AZULEJOS	m²	20,63
7	DIVERSOS		
7.1	GUARDA-CORPO	m	5,39

3. RESULTADOS

3.1. Critério de medição do *Revit*® e a uniformização da interpretação

De posse dos resultados encontrados através de ambos os métodos, foi possível perceber que critério de medição é utilizado pelo *Revit*®. Este leva em consideração apenas o que de fato é executado, sem compensação de produtividade.

Uma grande vantagem da utilização do *Revit*® na orçamentação é a uniformização do critério de medição, utilizado para cada serviço previsto no orçamento. Este argumento pode ser facilmente comprovado com uma exemplificação prática.

Tomando-se como exemplo o serviço alvenaria: para a quantificação deste, existem algumas interpretações bem distintas, a depender da publicação que será utilizada como referência.

a) conforme Editora Pini (2008, p. 200):

“04211.8.2. - ALVENARIA de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 – tipo 1: [...] CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Pela área. Considerar cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m². Vãos com área superior a 2 m², descontar apenas o que exceder a essa área”.

Segundo o Manual de Obras Públicas-Edificações, em seu caderno específico para projeto, adota-se:

b) Para alvenaria de tijolos cerâmicos: “04.01.102 de alvenaria de tijolos furados de barro Idem 04.01.101” (SEAP [21--], p. 46).

Para alvenaria de tijolos maciços:

“04.01.101 de alvenaria de tijolos maciços de barro: Este preço deverá compreender todas as despesas decorrentes do fornecimento de materiais, ferramentas, equipamentos e mão-de-obra necessários à perfeita execução da alvenaria, inclusive argamassa de assentamento, cintas, vergas, encunhamento, pilaretes, arremates, andaimes, limpeza, perdas e demais serviços auxiliares necessários. A medição será efetuada por m², apurando-se a área conforme as dimensões indicadas no projeto e descontando-se integralmente todos os vãos, áreas de vazios ou de elementos estruturais que interfiram nas alvenarias” (SEAP [21--], p. 46).

c) Conforme Badra (2012, p. 37):

“Na quantificação de alvenarias, eu recomendo quantificar suas dimensões reais com os descontos de todos os vãos, pois suas quantidades servirão para compra e controle de uso em obra. Consideramos que os quantitativos são o espelho do projeto.”

d) Conforme Mattos (2006, p. 50):

“Quando num pano de parede existirem aberturas - portas, janelas, basculantes, elementos vazados, etc. -, há algumas regras práticas para o levantamento da área de alvenaria:

Área da abertura inferior a 2 m² - despreza-se o vão da abertura, isto é, não se faz desconto algum na parede;

Área da abertura igualou superior a 2 m² - desconta-se da área total o que exceder a 2 m².

Essa regra parte do pressuposto que a execução da alvenaria nas bordas da abertura demanda tempo com ajustes, arestamento, escoramento dos blocos, colocação de verga e contraverga, e que esse tempo seria equivalente ao que o pedreiro levaria para preencher o vão se a parede fosse inteira. A regra não é perfeita porque faz uma compensação de homem-hora por material, mas ainda assim é uma prática muito difundida entre os orçamentistas.”

Observa-se que o critério do TCPO e de Mattos (2006) ponderam a produtividade do serviço de acordo com o vão que o profissional vai executar. Já a SEAP [21--], e Badra (2012) não contabilizam essa compensação em seu critério, uma vez que estes sugerem a medição apenas do que de fato é realmente executado.

Uma vez que se utiliza o Revit® ou qualquer outro software voltado para o BIM, o critério de medição é imposto por este, e assim não há uma margem para uma interpretação diferente.

Independentemente do usuário, o critério de medição é único e imutável.

3.2. Comparativo entre os resultados encontrados: convencional X BIM

3.2.1. Alvenarias:

Houve uma discrepância de 18,62 m² entre os quantitativos calculados pela tabela gerada pelo Revit e o levantamento executado pelo método tradicional. Este valor corresponde a um erro de 12,79% entre as áreas calculadas. A principal causa deste erro é a diferença do critério de medição utilizado para este serviço em cada um dos métodos. Enquanto o método tradicional, realizado obedecendo aos critérios de medição do TCPO na sua versão 13, leva em consideração a dificuldade de execução dos vãos que irão receber as esquadrias, o critério do software voltado para o BIM

contabiliza apenas a alvenaria efetivamente executada. Caso ambos os métodos fossem realizados, utilizando o mesmo critério de medição, o erro seria minimizado, pois, a área calculada relativa ao percentual de erro foi 18,62 metros quadrados, e a área calculada de esquadrias foi 17,02 metros quadrados. Sendo a área relacionada ao erro muito próxima à área calculada relacionada às esquadrias, o erro seria 1,1%.

3.2.2. Esquadrias:

As esquadrias foram quantificadas por unidades, logo, não houve erro entre os métodos de quantificação tradicional e os resultados obtidos com o uso do Autodesk Revit. Foram quantificados os mesmos quantitativos para as portas e janelas.

3.2.3. Telhado:

Houve uma discrepância entre as áreas calculadas por cada método. O erro foi de 0,5%. Este erro foi derivado da inclinação do telhado. O Autodesk Revit contabiliza a área da inclinação do telhado, enquanto o TCPO 13 sugere que a área a ser quantificada do telhado seja a sua projeção horizontal.

3.2.4. Piso:

Para os serviços das lajes de concreto, o percentual de erro foi de 0,06%. Como o critério de medição em ambos os casos coincidem, este erro provavelmente foi gerado pelo arredondamento do Microsoft Excel, uma vez que o quantitativo que gerou este erro foi uma área de 0,03 metros quadrados.

Já com relação ao piso cerâmico, o percentual de erro foi 0,23%, gerado por uma diferença de área de 0,13 metros quadrados. No Autodesk Revit, para que a cerâmica não seja aplicada na área abaixo das paredes, utiliza-se uma ferramenta de corte. Com esta ferramenta foi possível realizar cortes no piso de concreto em todo o perímetro da parede, para que esta área possa ser desprezada na aplicação do material relativo ao revestimento cerâmico. Na execução desse comando, não foi possível utilizar um recurso similar ao SNAP, presente no Autodesk AutoCAD. Este recurso permite que o cursor do mouse seja atraído por pontos preferencialmente “preconfigurados”. Logo, os pontos que foram aplicados para excluir as áreas das paredes não são exatos, porém, muito próximos dos pontos que estariam exatamente nas arestas das paredes. Portanto, este fato foi o que provavelmente gerou este erro.

3.2.5. Pintura:

Da mesma forma que aconteceu com a alvenaria, no caso das pinturas de paredes, os critérios de medição também divergem, por esse motivo houve uma discrepância de 8,53% correspondentes a uma diferença de 13,12 metros quadrados de pintura com tinta acrílica (externa) e 11,19% correspondentes a uma diferença de 17,36 metros quadrados de pintura com tinta PVA (interna). Porém, em ambos os casos utilizou-se tinta acrílica para a pintura de todo o fundo do teto em todos os ambientes.

3.2.6. Revestimento:

O revestimento cerâmico aplicado em parede foi utilizado como acabamento nas paredes do banheiro. Similarmente ao ocorrido com o piso, o critério de medição deste serviço coincide em ambos os métodos de quantificação estudados. Sendo assim, a discrepância de 0,03 metros quadrados, que corresponde a 0,15%, provavelmente é proveniente dos arredondamentos executados nas multiplicações efetuadas nas planilhas eletrônicas do Microsoft Excel.

3.2.7. Guarda-corpo:

Em relação ao guarda-corpo, por este ter sua medição linear e um quantitativo muito baixo no empreendimento, não houve discrepância alguma na quantificação de sua metragem.

Todos os resultados discutidos neste tópico estão expostos na tabela a seguir.

Tabela 15 - Resumo de Quantitativos: Método Convencional x Aplicação da Metodologia BIM

Resumo de Quantitativos - Método Convencional X Aplicação da Metodologia BIM						
Ítem	Descrição	Un	Quantitativo convencional	Quantitativo BIM	Convencional - BIM	Erro %
1	ELEVAÇÃO					
1.1	ALVENARIA DE TIJOLOS DE 8 FUROS DE 1/2 VEZ	m ²	145,56	126,94	18,62	12,79 %
2	ESQUADRIAS					
2.1	PORTAS					
2.1.1	0,70x2,10	UN	1,00	1,00	-	0,00%
2.1.2	0,80x2,10	UN	2,00	2,00	-	0,00%

Resumo de Quantitativos - Método Convencional X Aplicação da Metodologia BIM						
Ítem	Descrição	Un	Quantitativo convencional	Quantitativo BIM	Convencional - BIM	Erro %
2.1.3	0,90x2,10	UN	2,00	2,00	-	0,00%
2.2	JANELAS					
2.2.1	0,60x0,60	UN	2,00	2,00	-	0,00%
2.2.2	0,80x0,80	UN	2,00	2,00	-	0,00%
2.2.3	1,20x1,00	UN	1,00	1,00	-	0,00%
2.2.4	2,00x1,00	UN	1,00	1,00	-	0,00%
2.2.5	3,00x1,00	UN	1,00	1,00	-	0,00%
3	TELHADO					
3.1	ESTRUTURA DE MADEIRA	m ²	85,53	85,96	-0,43	-0,50%
3.2	TELHA	m ²	85,53	85,96	-0,43	-0,50%
4	PISO					
4.1	LAJE DE PISO	m ²	54,39	54,42	-0,03	-0,06%
4.2	LAJE DE TETO	m ²	54,39	54,42	-0,03	-0,06%
4.3	PISO CERÂMICO	m ²	46,37	46,24	0,13	0,28%
5	PINTURA					
5.1	PINTURA ACRÍLICA	m ²	153,77	140,65	13,12	8,53%
5.2	PINTURA PVA	m ²	155,10	137,74	17,36	11,19%
6	REVESTIMENTOS					
6.1	REVESTIMENTO COM AZULEJOS	m ²	20,66	20,63	0,03	0,15%
7	DIVERSOS					
7.1	GUARDA-CORPO	m	5,39	5,39	-	0,00%

4. CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados, pode-se concluir que o *Revit®* é um ótimo software para realizar a orçamentação de uma obra. Todos os serviços realizados estão apresentados na visualização do Modelo Central/ Maquete eletrônica, onde, é possível aumentar, diminuir, girar, cortar, ou seja, tudo que for necessário para uma perfeita compreensão do escopo do empreendimento.

A principal dificuldade na utilização do software foi a parametrização de cada serviço. O *Revit®*, por ser extremamente versátil e completo, muitas vezes exige conhecimentos específicos sobre assuntos nem sempre cotidianos na vida de um engenheiro civil. Isso também leva a requerer um treinamento bastante extenso para dominar a sua utilização.

Com relação a obtenção das quantidades dos serviços, foi realmente intrigante a facilidade com que as quantidades de cada um são facilmente obtidas através das tabelas. Em boa parte do projeto, a única preocupação foi desenhar as formas da edificação. Uma vez entendido o comportamento do critério de medição e o comportamento do software, foi bem simples desenhar a edificação, com a finalidade de se obter as quantidades dos serviços para um futuro orçamento. Apesar de não existir a possibilidade de ser gerada uma única tabela com todos os serviços presentes na mesma maquete eletrônica (para cada serviço que se deseja obter seus totais é necessário criar sua respectiva tabela), o resultado final ainda é bem eficaz. Apenas necessita-se de um maior esforço para a geração das diversas tabelas que formarão o relatório final.

Porém, é imprescindível que o usuário tenha conhecimento de orçamentação de obras, para não cometer erros na obtenção destes quantitativos. Um exemplo pode ser citado na elaboração do piso da edificação estudada e na aplicação de seu revestimento. A parte de concreto, que serve como base da casa, deve passar por baixo das paredes, já o seu revestimento cerâmico deve ser aplicado apenas no piso dos ambientes, desprezando as áreas em que as paredes apoiam-se no piso.

Outra grande vantagem que pode ser citada é quando se realiza qualquer alteração no modelo central. Nesse caso, os quantitativos dos serviços já são atualizados automaticamente nas tabelas de quantitativos. Recurso muito interessante quando há alterações de projetos.

Similarmente ao que acontece nos softwares de Orçamentação e Desenho Assistido, onde quanto mais trabalhos e projetos diferentes são desenvolvidos com estes, maior será o seu banco de dados (composições de preços unitários, blocos para *AutoCAD*®), verifica-se o mesmo comportamento operacional no *Revit*® (famílias de componentes). Com isso, observa-se um crescimento na produtividade de elaboração de novos projetos.

E, para finalizar, outro grande resultado obtido refere-se ao fato de que, utilizando-se o *Revit*® para orçamentação, independente do usuário que irá realizar a tarefa, não há margem para uma interpretação diferente sobre qualquer critério de medição de qualquer serviço. Só é possível trabalhar com o critério de medição do software, evitando assim, um possível desentendimento futuro entre Contratada e Contratante sobre este assunto, uma vez que seu processamento, segundo seus critérios de medição pré-estabelecidos na sua programação, a quantificação dos serviços é realizada de forma exata.

REFERÊNCIAS

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho.

EDITORA PINI (São Paulo). Editora Pini. **TCPO 13a edição**: Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos. 13. ed. São Paulo, Sp: Pini, 2008. 630 p.

Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (SEAP) (Org.). **Manual de Obras Públicas-Edificações**: Práticas de Projeto. [s.l.]: Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio, [21--]. 362 p. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/arquivos/manuais/manual_projeto.pdf> . Acesso em: 20 ago. 2015.

BADRA, Pedro Antônio Lousan. **Guia Prático de Orçamento de Obras**: do escalímetro ao BIM. São Paulo: Pini, 2012. 266 p.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na Construção Civil**: Consultoria, Projeto e Execução. São Paulo, Sp: Pini, 2006. 367 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**: Dicas para orçamentistas - estudos de caso - exemplos. São Paulo, Sp: Pini, 2006. 281 p.

AULAS Revit. Realização de Daniel Severino. [s.l.]: Youtube, 2013. Stream, son., color. Série Aulas Revit. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=43Chy5pJvFQ&list=PL_KIMlujpodlFkLOHc1880n6y-jTHyXI_>. Acesso em: 20 ago. 2015.

REVIT 2012 - TUTORIAL 18 - CRIANDO TELHADOS COM MADEIRAMENTO. Realização de Eron Costin. [s.l.]: Youtube, 2011. (17 min.), Stream, son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=togP9pivd4g>>. Acesso em: 25 set. 2015.