

QUANTITATIVOS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL E O AUTODESK REVIT

Antônio Ítalo de Oliveira¹, Bruno Rodrigo Simão²

RESUMO

O processo construtivo de uma edificação depende de várias informações que, convencionalmente, são obtidas a partir dos desenhos técnicos de projetos. Entretanto, esse processo acaba se tornando suscetível ao erro humano, podendo gerar imprecisão de dados, sendo comum em processos mais tradicionais. O objetivo deste estudo foi analisar a metodologia de quantificação de materiais tradicional versus a metodologia BIM (Building Information Modeling), através do Autodesk® Revit®, relacionando e identificando suas potencialidades e debilidades. Para o estudo de caso, foi escolhido um modelo de habitação da Fundação Nacional de Saúde, utilizado no programa de Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas, do Ministério da Saúde. A análise resultou na modelagem tridimensional da habitação escolhida, na quantificação parametrizada de materiais e na reflexão de que os processos de orçamentação podem ser aprimorados com a implementação da tecnologia BIM em suas metodologias.

Palavras-chave: Bim. Quantitativo. Levantamento. Orçamentação.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Santos (2014) e, sob o contexto de grande competitividade no mercado, empresas do setor da construção civil tem necessitado de uma avaliação de custos cada vez mais precisa. Geralmente, essa necessidade é atendida através da orçamentação, um processo que depende de várias informações e que podem se apresentar de diversas formas, como desenhos, relatórios, gráficos, diagramas e medições. (WITICOVSKI, 2011)

Além disso, Witicovski (2011) coloca que o projeto de construção exige a colaboração e troca de informações entre uma variedade de pessoas, incluindo o cliente, projetistas, orçamentistas, construtores e órgãos reguladores. Perante esta interdependência, onde o processo de orçamentação está envolvido, é que se obtém informações importantes para a execução de um determinado projeto, tais como: consumo de materiais, mão-de-obra e recursos financeiros necessários à sua conclusão, sendo esta, uma das principais entregas do orçamento.

Alder (2006) explica que métodos tradicionais de obtenção dessas informações incluem a medição manual das partes de uma edificação, exigindo que estes dados venham ser verificados cuidadosamente, haja vista a possibilidade de erro humano. Além disso, ele afirma, ainda, que a metodologia tradicional não utiliza técnicas para controle fino na etapa de levantamento dessas informações, podendo ocasionar consumos excessivos e perdas na produtividade do construtor.

Existem tecnologias, no entanto, que diante deste cenário, são capazes de superar esse problema. Dentre elas, Eastman (2014), defende a ideia de que BIM – *Building Information Modeling* ou, em português, Modelagem da Informação da Construção, “é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e computação”. Seu conceito está relacionado a modelagem virtual e tridimensional da edificação, e possui como característica principal a capacidade de reunir em um banco de dados, todas as informações do projeto de forma automatizada e parametrizada, de modo a auxiliar todo o seu processo de instalação, manutenção e, possivelmente, demolição, ou seja, durante todo seu ciclo de vida, o que o torna uma alternativa para o problema em questão.

Em meio a distintas metodologias de se obter informações de quantitativos para a orçamentação, esse trabalho objetiva, através de um estudo de caso, analisar metodologias de quantificação de materiais tradicional e a que utiliza a tecnologia BIM.

¹ Autor, Técnico em Edificações e Discente do Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró | E-mail: italotab@gmail.com

² Orientador, Doutor e Docente do Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró | E-mail: bruno@ufersa.edu.br

2 DESENVOLVIMENTO

Para compreensão da temática, que possui características demasiadamente técnicas, realizou-se uma revisão na literatura para os termos relacionados aos processos de obtenção de informações da construção. Desse modo, o presente estudo enfatizou os seguintes termos: orçamentação, orçamento, levantamento de quantitativos e tecnologia BIM.

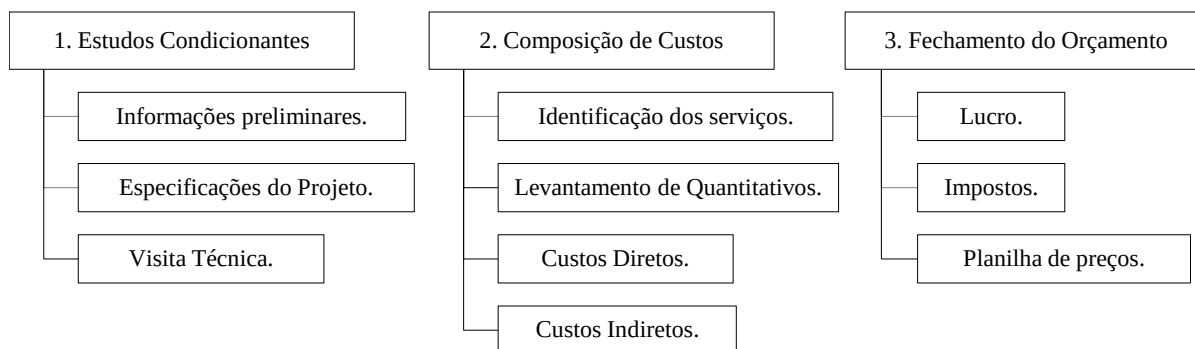
2.1 Pesquisa bibliográfica

2.1.1 Orçamentação e Orçamento

Mattos (2006) afirma que orçamentação nada mais é que um processo de determinação para obtenção de um produto: o orçamento. Para ele, ambos os termos não podem ser confundidos nem utilizados de forma a entender que são sinônimos. Orçamentação é um processo criativo de previsão, que pode variar de acordo com o profissional que o elabora. Já orçamento, é o resultado de todo o processo, isto é, o documento de previsão propriamente dito, contendo especificações técnicas, quantitativos e custo de cada material.

Nessa visão, Limmer (1996) afirma que “um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em termos quantitativos”. Esse plano de execução, por sua vez, deve ser seguido criteriosamente pois, segundo Mattos (2006) “quando o orçamento é malfeito, fatalmente ocorrem imperfeições e possíveis frustrações de custo e prazo”, que poderão, substancialmente, influenciar o custo final e o prazo de entrega do empreendimento. Segundo o mesmo autor, o processo de orçamentação pode ser dividido em 03 etapas, observe o Quadro 1.

Quadro 1 – Esquema do processo de orçamentação.



Fonte: Adaptado de Mattos (2006).

O orçamento é resultado da previsão de ocorrências de atividades, logicamente dependentes uma das outras, que irão consumir recursos quantificáveis ao longo do prazo de execução do projeto (LIMMER, 1996). Devido a essa interdependência de informações, a orçamentação se torna uma atividade que demanda, do orçamentista, bastante atenção e habilidade técnica, que, por sua vez, estão envolvidas com a experiência e familiaridade do mesmo com o tipo de obra a ser executada (MATTOS, 2006). Ainda de acordo com o autor:

A estimativa dos custos - e o consequente estabelecimento do preço de venda - é basicamente um exercício de previsão. Muitos são os itens que influenciam e contribuem para o custo de um empreendimento. A técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica. Como o orçamento é preparado antes da efetiva construção do produto, muito estudo deve ser feito. (MATTOS, 2006, p. 22)

Embora existam parâmetros em que não se possa garantir com exatidão requerida, orçar não é um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação. A execução correta do processo, aliada ao estabelecimento de critérios técnicos bem definidos e ao uso de informações confiáveis, podem resultar em orçamentos precisos. Porém, essa técnica não garante com exatidão os custos do empreendimento. O procedimento permite estimar, com certa precisão, o custo envolvido, e não o determinar. A justificativa para isso, se dá pela natureza de impossibilidade de se obter exatamente o custo real do empreendimento. No entanto, o orçamento é um dos principais fatores que o construtor levará em consideração para atribuir um preço de venda, um dado fixado e bem estabelecido (MATTOS, 2006).

2.1.2 Levantamento de Quantitativos na orçamentação

O levantamento de quantitativos é uma das principais etapas do processo de orçamentação. Ele pode ser realizado de forma automatizada ou não, isso pode variar de acordo com as preferências de fluxo de trabalho do orçamentista e da disponibilidade de recursos e ferramentas. É, também, uma das etapas que, intelectualmente, mais exige do orçamentista, por requerer que o profissional realize diversos cálculos de áreas e volumes, como também, a conferência de tabelas (MATTOS, 2006).

Tradicionalmente, essa atividade é realizada a partir de estudos, medições e cálculos por meio de dados contidos em desenhos técnicos fornecidos pelos projetistas. Para isso, o orçamentista deve possuir conhecimento sobre todas as etapas de execução do projeto. Saber como cada etapa será executada, permite perceber, em uma visão prática, o que será necessário para cada etapa. Além disso, aquele que orça deve organizar um memorial de cálculo, que comporá a documentação, e conterá a forma como cada material foi quantificado, isto é, a equação matemática que se utilizou para obter aquele valor do material quantificado (MATTOS, 2006).

A metodologia tradicional de realizar esse levantamento inclui a medição de todos os elementos de uma edificação. Quando se opta pela forma não automatizada, essa tarefa é realizada através do uso de escalímetros, postos sobre projetos, conferindo cada medição. Levando em consideração que as informações devem possuir certa exatidão, este método pode ser considerado demasiadamente tedioso o que, por sua vez, pode explicar o porquê dessa metodologia estar suscetível ao erro humano.

2.1.3 Orçamentação com o uso do BIM

De forma mais abrangente, pode-se definir *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção, como sendo:

Um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação, e ensaiar seu desempenho, e gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida. (CATELANI, 2016, p. 18)

De acordo com Eastman (2014), a utilização dessa tecnologia na construção civil traz grandes vantagens, que podem economizar tempo e dinheiro. Segundo ele, um modelo de uma edificação precisamente bem modelado beneficia a todos os membros da equipe de projeto. Isso acontece devido a melhoria no planejamento dos processos construtivos que auxilia melhor a tomada de decisões. Como consequência, haverá a redução de tempos e a economia de recursos, além de diminuir significativamente as chances de erros e conflitos.

Quando se trata de levantamento de materiais e de custos através do BIM, Eastman (2014) afirma que existem diversas estimativas que podem ser realizadas durante a etapa de projeto. Estas podem variar de valores mais aproximados na etapa inicial do projeto, até valores mais precisos após o projeto ser concluído. Em suas palavras:

À medida que o projeto avança, estimativas provisórias ajudam a antecipar problemas, de forma que alternativas podem ser consideradas. Esse processo permite ao projetista e ao proprietário tomar decisões mais informadas, resultando numa construção de melhor qualidade dentro das limitações impostas pelo orçamento. O uso do BIM também pode reduzir o tempo necessário para obter uma edificação de alta qualidade por meio da melhoria na colaboração durante o projeto e a construção, e na precisão. (EASTMAN, 2014, p. 216 e 217)

A etapa inicial do projeto fornece apenas quantidades associadas a áreas, volumes, perímetros, comprimentos etc. Essas quantidades podem ser adequadas para uma estimativa de custos paramétrica, através do BIM, em que o cálculo é baseado nas principais características da construção. (EASTMAN, 2014)

De forma geral, para Eastman (2014), aquele que optar pela utilização da tecnologia BIM, “deve saber que há uma curva significativa de aprendizado.” Para ele, a migração de metodologias tradicionais para a metodologia da informação da construção não é fácil porque vários dos processos e relacionamentos comerciais estarão sujeitos a alguma alteração, para explorar as oportunidades oferecidas pelo BIM. Portanto, ele salienta a importância do planejamento estratégico e cuidadoso dessas alterações e recomenda a obtenção de assistência de consultores de modo a ajudar e guiar o esforço.

3 METODOLOGIA

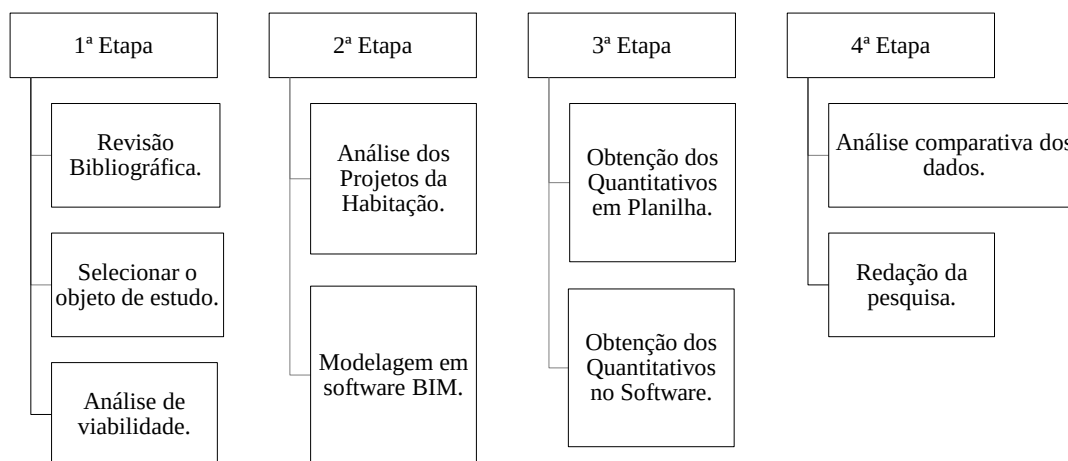
De acordo com as áreas do conhecimento estabelecidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), esta pesquisa é classificada na área de Engenharias, da subárea de Engenharia Civil, no ramo da Construção Civil, com foco nos Processos Construtivos. Quanto a sua finalidade, se caracteriza como sendo de natureza básica e pura pois refere-se ao estudo destinado a aumentar a base de conhecimentos científicos.

Esta investigação é classificada como sendo uma pesquisa descritiva. Isso se justifica porque ela objetiva caracterizar e analisar metodologias de quantificação de maneira a estabelecer uma relação comparativa entre as informações, por meio do estudo de caso. Através dessa estratégia foi possível analisar e compreender de forma detalhada as potencialidades e as debilidades envolvidas em cada processo estudado. (BRASILEIRO, 2013)

Quanto à abordagem, essa pesquisa se caracteriza por ser qualiquantitativa, isto é, ainda segundo Brasileiro (2013), aquela em que há associação de dados qualitativos e quantitativos. Na perspectiva deste trabalho, a abordagem qualiquantitativa foi utilizada nos dados obtidos, que serão apresentados, na forma quantitativa, através de gráficos e tabelas que serão produzidos e, na forma qualitativa, aspectos positivos e negativos evidenciados nos processos estudados.

Para realizar essa análise, foi definida uma pesquisa experimental. Esse tipo de pesquisa, de acordo com Gil (2002), é utilizado quando se tem o objetivo de fixar um objeto de estudo e definir variáveis que poderão influenciá-lo, isto é, as informações que serão analisadas e observar o que ocorre em cada processo. Para isso, foram propostas 04 etapas que estão dispostas no quadro 2.

Quadro 2 – Esquema proposto das etapas dessa pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2020).

A primeira etapa iniciou em buscar na literatura os conceitos para a compreensão dos termos técnicos do problema de pesquisa, o conhecimento adquirido através desse estudo foi fundamental.

Para analisar os quantitativos, na segunda parte da primeira etapa, foi escolhido um projeto modelo de uma habitação unifamiliar de dois quartos disponibilizado no website da FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) para o programa de MHCDC (Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas). De acordo com a Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, em 2013, cerca de 572 municípios possuíam prioridade “Muito alta” para receber a melhoria habitacional. Isso mostra que, além da importância sanitária e social, esse projeto também possui relevância pela característica de ser amplamente replicável em várias partes do país.

Também foi realizada uma análise de viabilidade da pesquisa no intuito de verificar a disponibilidade de detalhamentos do processo de orçamentação utilizado para compor a planilha orçamentária. Verificada a existência de memorial de cálculo, determinando como o processo de quantificação ocorreu, os esforços voltaram-se para a modelagem da edificação, utilizando um software de tecnologia BIM.

Para realizar a modelagem, foi utilizado a versão educacional do software Revit®, da empresa Autodesk®, na versão 2021, além da sua biblioteca padrão de materiais e as famílias contidas no seu arquivo modelo. A modelagem iniciou-se pela configuração dos níveis, elementos das alvenarias e posterior modelagem da edificação. Finalizadas as alvenarias, prosseguiu-se para inserção de esquadrias de portas e janelas, com adição de elementos estruturais como pilares, lajes, pisos, vergas e contra-vergas. Aliado à conferência nos projetos executivos, a habitação foi modelada com o estudo das Especificações Técnicas da Habitação, também disponibilizado publicamente pela FUNASA em seu website.

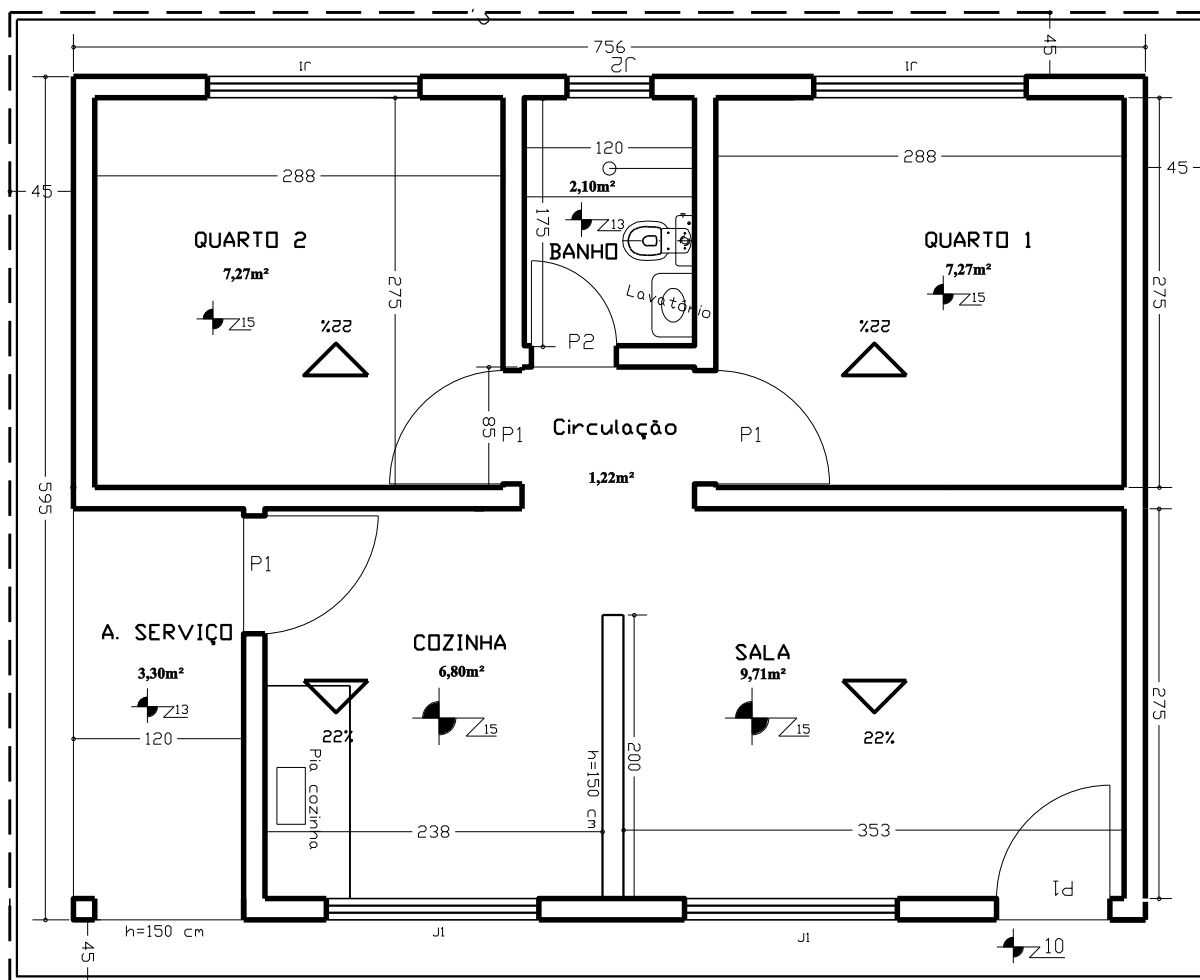
Na terceira etapa, foi realizado o tratamento dos dados do processo de orçamentação. Através da Planilha Orçamentária e do Memorial de Cálculo, foram selecionadas 06 etapas do processo construtivo: Estrutura, Paredes, Cobertura, Revestimento, Piso e Pintura. Dentro de cada uma dessas etapas estão contidos serviços que são necessários para sua conclusão. As variáveis em análise foram selecionadas a partir da planilha orçamentária disponibilizada e de acordo com as etapas construtivas, de forma que fossem etapas posteriores a etapa de fundação, pois estas variam de acordo com a geologia de cada local, e etapas anteriores a de instalações hidrossanitárias e elétricas, que possuem diretrizes mais específicas de dimensionamento.

Em seguida, através das funcionalidades de quantificação automática do software, foram obtidos os dados do modelo em BIM. A partir disso, os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica, onde foram realizadas as análises e, posteriormente, a produção dos resultados. Através desses foi realizada, na quarta etapa, uma análise das variáveis analisadas, adicionando-se o percentual de diferenças entre as duas metodologias e na redação dos resultados e conclusões da pesquisa.

3.1 Apresentação do projeto, caracterização construtiva da análise e sua configuração no Revit®

O projeto modelo escolhido é uma habitação popular composta por 02 quartos, 01 banheiro, 01 sala, 01 cozinha e 01 área de serviço em que sua planta baixa é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Planta baixa do projeto modelo de habitação escolhido.



Fonte: Adaptado de FUNASA (2020).

As etapas e características construtivas desse modelo de projeto, foram extraídas da planilha orçamentária disponibilizada pela FUNASA e estão dispostas na Tabela 1.

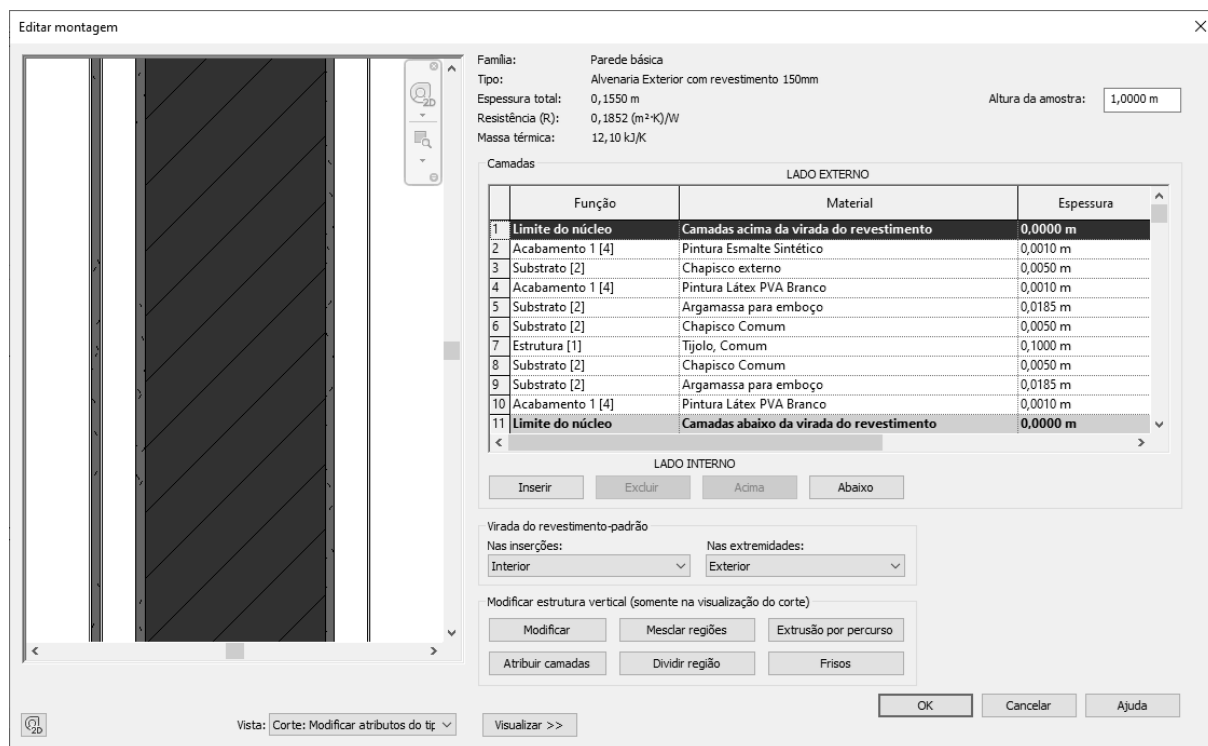
Tabela 1 – Etapas e descrição dos serviços

Item	Etapas	Descrição dos serviços
1	Estrutura	Laje pré-fabricada para forro do banheiro e = 8cm
2		Vergas pré-moldadas 10x10 cm, concreto Fck = 20,0 Mpa (portas e janelas)
3	Paredes	Alvenaria em tijolos cerâmicos furado, meia vez ($\frac{1}{2}$ vez), juntas de 12mm
4	Cobertura	Estrutura para telhado em madeira de 1ª qualidade
5		Cumeeira
6		Emboçamento, cumeeira e laterais
7	Revestimento	Chapisco 1:4
8		Reboco paulista c/ argamassa de cimento/cal/areia (1:4:8)
9		Cerâmica esmaltada (20x30), linha popular PEI-4, piso + parede banheiro
10		Barrado chapiscado externo, com peneira, com altura de 80 cm.
11	Piso	Regularização - Cimento queimado
12		Concreto Fck = 15,0 Mpa, contra pisos internos
13		Calçada em concreto Fck=20,0 Mpa
14	Pintura	Pintura interna externa com duas demãos com tinta PVA cor branca exterior
15		Pintura em esmalte sintético fosco azul celeste em duas demãos

Fonte: Autoria própria. (2020)

Cada elemento foi configurado no software Revit®. As alvenarias concentram grande parte das informações configuradas. Elas foram modeladas de forma que assumissem, parametricamente cada parte envolvida em sua execução. Nelas está contido as etapas de revestimento, paredes e pintura. A figura 2 mostra a montagem de uma alvenaria comum ao projeto. Os demais elementos foram configurados de maneira a respeitar o disposto nas especificações técnicas da habitação

Figura 2 – Captura de tela da janela de montagem de alvenaria.



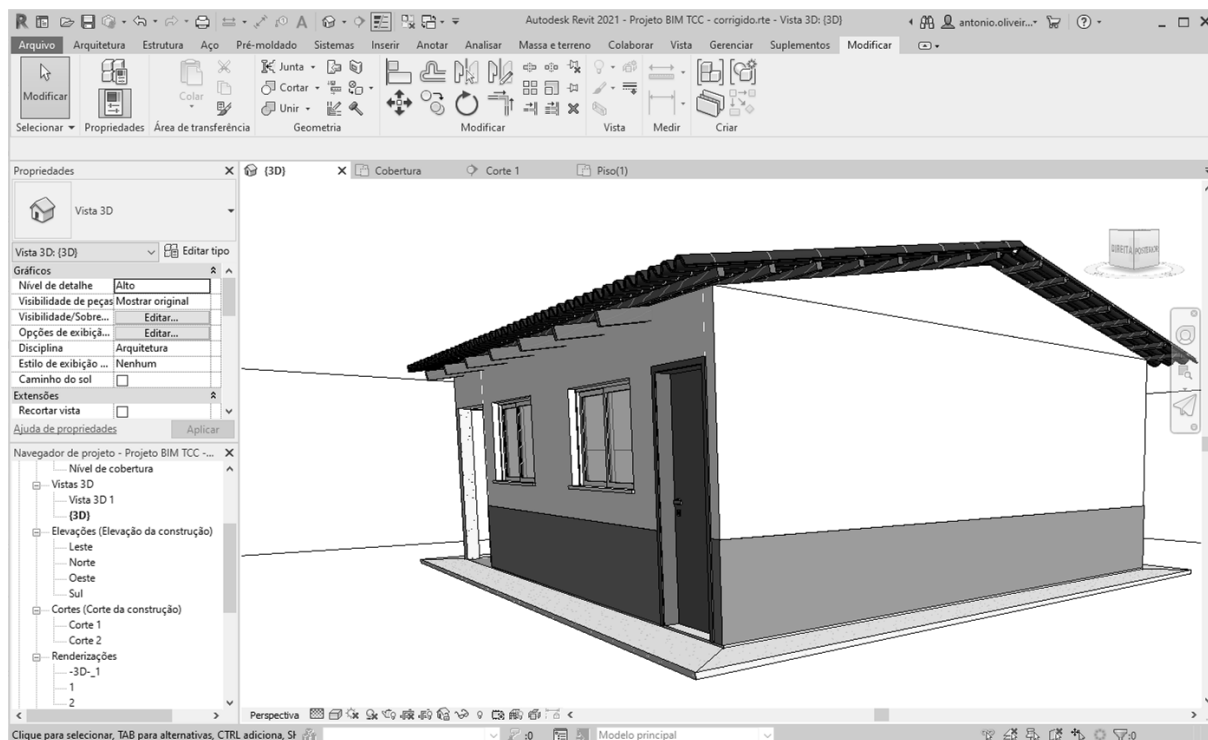
Fonte: Autoria Própria (2020).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise em curso resultou na modelagem tridimensional da habitação. Através do fluxo de trabalho da tecnologia BIM, percebeu-se que a visualização do objeto de estudo em três dimensões, possibilita aos projetistas uma visão mais precisa e integrada dos elementos que integram a edificação. Isso se traduz em detalhamentos mais completos e maior controle para a modelagem desses elementos. Outra potencialidade da tecnologia é a apresentação dos resultados da modelagem na forma de renderizações, isto é, imagens de qualidade significativa que podem auxiliar nos processos de escolha de materiais, escolha de soluções projetuais, relações entre elementos construtivos, apresentação e venda ao cliente final, entre outras vantagens.

A figura 3 apresenta a captura de tela do software Revit®, enquanto as figuras 4, 5 e 6 apresentam renderizações de variadas formas de se visualizar o projeto. Ênfase a figura 6, onde é possível compreender a visualização em três dimensões em corte.

Figura 3 – Captura de tela da interface do Software Autodesk® Revit®.



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 4 – Modelagem renderizada da fachada frontal da Habitação.



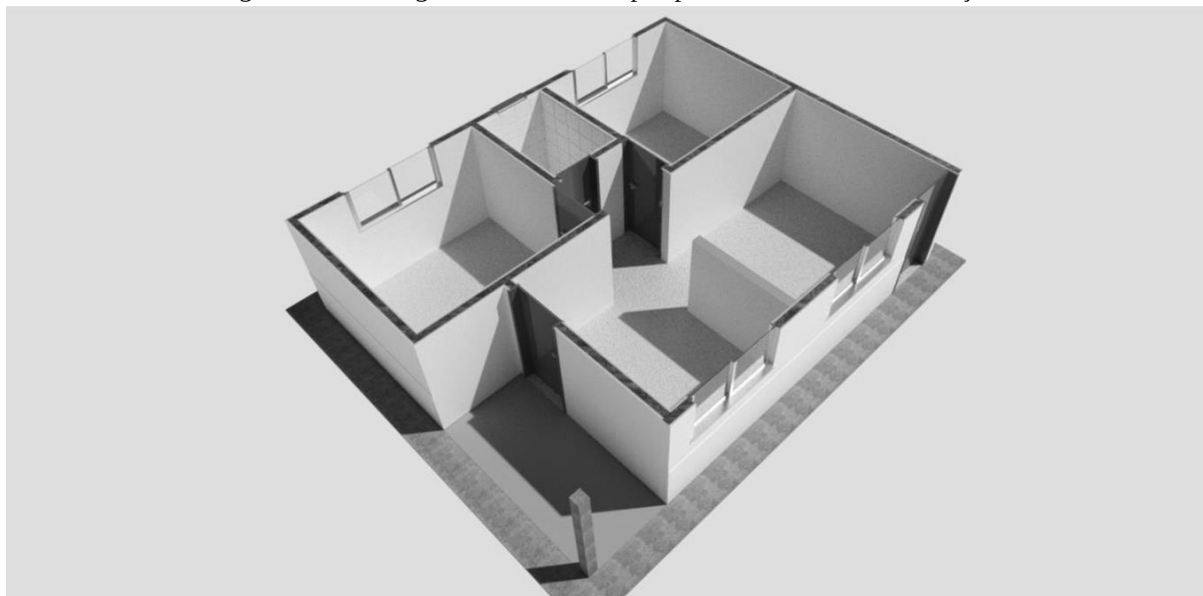
Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 5 – Modelagem renderizada de vista em perspectiva da Habitação.



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 6 – Modelagem renderizada de perspectiva em corte da Habitação.



Fonte: Autoria própria (2020).

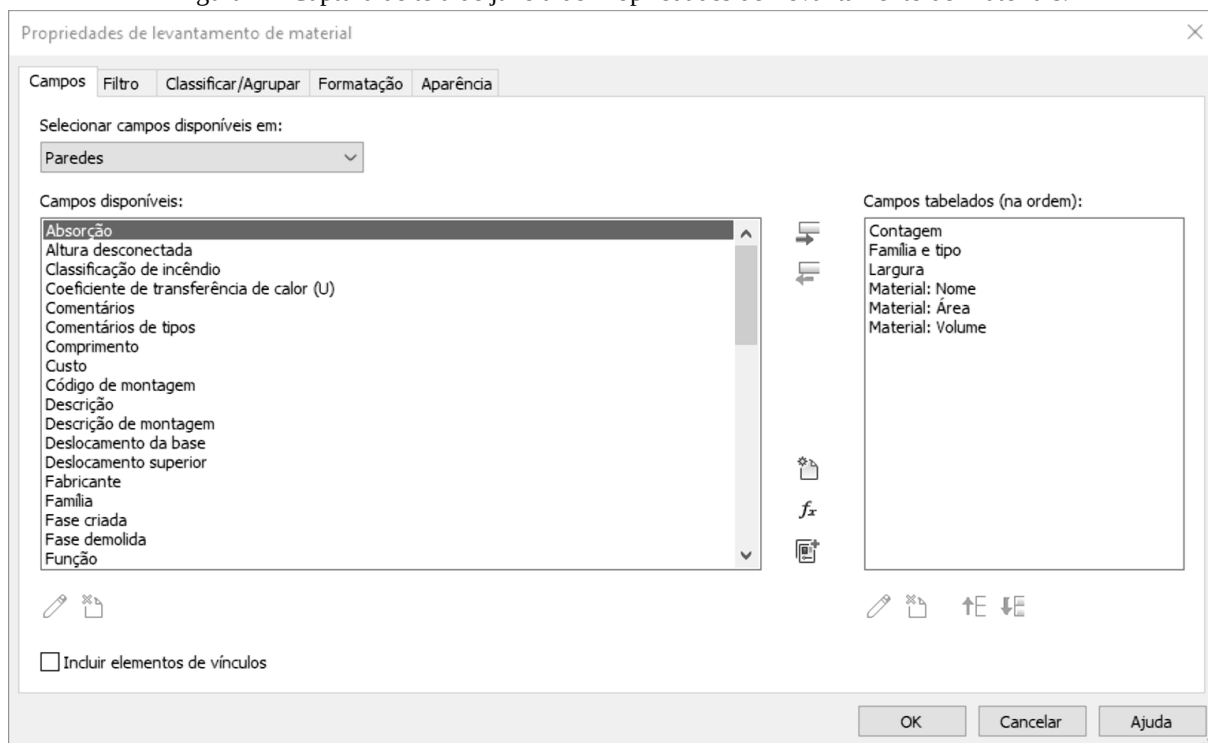
De antemão, não se pode afirmar que existe uma quantificação precisa e uma imprecisa. Afinal, ambas as metodologias entregam resultados o mais próximo possível. No entanto, é inequívoco afirmar que o software de tecnologia BIM oferece resultados mais consistentes e precisos com relação a sua modelagem. Isso significa dizer que a precisão da quantificação dos materiais depende majoritariamente da sua correta modelagem, uma vez que o software garante apenas a quantificação daquilo que exatamente foi modelado. Isto é, embora ele possua recursos de identificação de interferências, em síntese, isso significa dizer que erros de modelagem, não identificáveis pelo software, levarão a erros de quantitativos. Nesse quesito, é importante colocar que a necessidade da atenção e da habilidade técnica, mencionada por Mattos (2006), mantém-se.

A modelagem deverá representar parametricamente cada parte do projeto. As alvenarias, por exemplo, precisam ser modeladas exatamente como serão executadas: com a espessura do bloco definido, do chapisco, do emboço e, inclusive, a camada de seus revestimentos. O software reconhece ainda, por exemplo, peças estruturais como pilares, vergas e contra vergas na geometria e faz o devido desconto da área e volume modelados, procedimento este que envolve uma maior dificuldade quando se opta pela metodologia tradicional, o que, muito possivelmente, se coloca como uma limitação.

Além disso, a construção correta de tabelas de quantitativos de materiais é tão importante quanto a correta modelagem. A definição correta dos parâmetros das tabelas permite que a informação desejada no orçamento seja exatamente aquela que o software irá entregar nas tabelas. Ou seja, se a modelagem estiver correta, mas os parâmetros de construção das tabelas de quantitativos estiverem errados, a quantificação estará errada.

Assim, através da análise da Planilha Orçamentária da FUNASA e dos recursos da quantificação automática de materiais do software Revit®. A figura 7 mostra a janela de propriedades de levantamento de materiais. À sua esquerda se observa os parâmetros disponíveis para compor a tabela, enquanto no lado direito, se observa os parâmetros selecionados para se obter os quantitativos de materiais.

Figura 7 – Captura de tela de janela de Propriedades de Levantamento de Materiais.



Fonte: Autoria própria (2020).

A Tabela 3 exibe a diferença entre cada quantitativo e seu devido percentual. Os valores numéricos positivos indicam que o valor quantificado pela metodologia tradicional foi superior ao que foi obtido através do BIM, enquanto os negativos indicam o contrário.

Tabela 3 – Diferença entre quantitativos obtidos a partir das metodologias Tradicional e BIM.

Item	Etapas	Unidade	Tradicional	BIM	Diferença	Percentual
1	Estrutura	m ²	3,08	2,28	0,80	25,95%
2		m ³	0,26	0,28	-0,02	-6,87%
3	Paredes	m ²	114,13	106,05	13,48	11,81%
4	Cobertura	m ²	59,39	58,36	1,03	1,73%
5		m	8,46	6,85	0,13	1,54%
6		m	30,62	37,59	-6,97	-22,76%
7	Revestimento	m ²	228,26	210,46	27,55	12,07%
8		m ²	228,26	210,63	27,47	12,03%
9		m ²	11,28	9,83	1,45	12,85%
10		m ²	20,26	16,96	3,30	16,27%
11	Piso	m ²	36,94	38,04	-1,10	-2,97%
12		m ³	1,85	3,40	-1,55	-84,09%
13		m ²	15,07	12,84	2,23	14,79%
14	Pintura	m ²	228,26	197,90	40,08	17,56%
15		m ²	36,68	36,68	0,00	0,00%

Fonte: Autoria própria. (2020)

Podem ser formuladas várias hipóteses para a ocorrência dessas diferenças. No caso das alvenarias, por exemplo, ela pode estar relacionada com encontros e interseções entre elas, descontos de peças estruturais e nível de detalhamento baixo na concepção do cálculo dos materiais, usado pela metodologia tradicional. Outra hipótese para a ocorrência dessas diferenças, é que elas podem estar relacionadas a erros de leitura e interpretação dos projetos utilizados na metodologia tradicional. Considerações mal fundamentadas em relatórios orçamentários, como também, erros de digitação no memorial de cálculo também podem ser responsáveis por essa diferença.

A Tabela 4 apresenta uma análise qualitativa, onde são apresentadas considerações do autor para ambos os processos. Para isso, definiram-se quatro critérios, em que compararam facilidade de uso, precisão de modelagem, grau de detalhamento e rapidez do processo de obtenção dessas informações.

Tabela 4 – Comparação qualitativa entre as metodologias.

Critério	Building Information Modeling	Tradicional
Facilidade de uso	Oferece tantos recursos que, para realizar tarefas simples, confere certa dificuldade.	Por ser mais usual e ter mais tempo de difusão, lhe é conferido certa facilidade.
Precisão de modelagem	A parametrização do objeto permite uma modelagem ser cada vez mais precisa.	Dificulta a compatibilização entre projetos, o que reduz a precisão.
Grau de detalhamento	A modelagem em 3D permite detalhamento muito rápido e eficiente.	Limitado a desenhos técnicos, geralmente em 2D e não interligados.
Rapidez no processo	Quando se detém o conhecimento do software, o processo flui mais rápido.	Mesmo dependendo de vários fatores, apresenta processo mais demorado.

Fonte: Autoria Própria (2020).

As Tabelas 5 e 6 apresentam, sob ponto de vista do autor e em sua experiência com essa pesquisa, algumas das potencialidades e debilidades identificadas em cada metodologia, levando em consideração as necessidades de cada uma e os esforços necessários para realizar a atividade de quantificação de materiais.

Tabela 5 – Potencialidades e debilidades da metodologia Tradicional.

Potencialidades	Debilidades
Orçamentista tem visão clara do que quantifica.	Requer desenhos técnicos atualizados e compatibilizados.
Estima com certa precisão.	Necessita de maior controle na quantificação.
Não requer hardware potente.	Produtividade lenta.
Não requer, necessariamente, de uso de softwares pagos ou livres.	Grau de detalhamento reduzido.
Domínio do método mais rápido.	Memorial de Cálculo pode ser impreciso.

Fonte: Autoria Própria (2020).

Tabela 6 – Potencialidades e debilidades da metodologia BIM.

Potencialidades	Debilidades
A visualização em 3D do que está sendo projetado.	Curva de aprendizado íngreme.
Deteção automática de interferências entre os objetos.	Muitos recursos que podem dificultar.
Extração automática das quantidades do projeto.	Requer treinamento em constante aprendizado.
Possibilidade de Interoperabilidade entre os projetistas.	Necessidade de hardware potente compatível.
Grau de detalhamento avançado e rápido.	Preço na Licença de software.

Fonte: Autoria Própria (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto, pode-se concluir que a pesquisa permitiu analisar as metodologias de obtenção de informações de quantitativos. Embora não se possa afirmar que há uma metodologia mais precisa que a outra, a diferença aproximada entre os valores obtidos indica que a experiência colheu bons frutos. Nota-se, a priori, que a metodologia de quantificação utilizando a tecnologia BIM se mostra mais prática e rápida. Essa característica se posiciona como uma das mais positivas, tendo em vista a necessidade de agilidade nos processos que a construção civil emprega. Outra grande característica é a possibilidade de realizar alterações projetuais e acompanhar, em tempo real, as suas implicações orçamentárias. Mesmo que a metodologia BIM tenha uma curva de aprendizado mais íngreme, se comparada com a metodologia tradicional, percebeu-se que adotá-la ao processo de orçamentação se mostra mais assertivo no que diz respeito a celeridade e precisão do processo, o que pode resultar em análises entre diferentes soluções projetuais a fim de encontrar a mais econômica, por exemplo. Nesse sentido, os esforços para realizar a implantação da tecnologia BIM em metodologias de orçamentação se fundamentam e são recomendadas. Portanto, um próximo passo para contribuir com essa pesquisa, a ser considerado, é implementar as instalações elétrica e hidrosanitária a quantificação e adicionar a quarta dimensão do projeto em BIM, o tempo, e, dessa forma, realizar as análises de planejamento e controle da obra do projeto modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SANTOS, Adriana de Paula Lacerda et al. **Levantamento de Quantitativos de Obras:** Comparação entre o Método Tradicional e experimentos em Tecnologia BIM. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, v. 6, p.134-155, 2014. Disponível em: <https://tinyurl.com/yytgcrrro>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- [2] WITICOVSKI, Lilian Cristine. **Levantamento de quantitativos em projeto:** uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM). 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/27190>. Acesso em: 28 jan. 2020.
- [3] ALDER, Morgan. **Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to On-Screen Takeoff for a Quantity Takeoff of a Conceptual Estimate.** 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master of Science, School of Technology, Brigham Young University, Provo, 2006. Disponível em: <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1508&context=etd>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- [4] EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM:** Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.
- [5] MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras.** 1ª. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006. 281 p.
- [6] LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: Editora LTC, 1996. 240 p.
- [7] COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de Obras na Construção Civil.** São Luís: Editora UEMA, 2015. 354 p. Disponível em: <https://www.editorauema.uema.br/wp-content/uploads/files/2018/02/orcamento-de-obras-na-construcao-civil-ronaldo-1519142249.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- [8] CATELANI, Wilton. Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. **Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras:** Fundamentos BIM - Parte 1. Brasília/DF: CBIC, 2016. 5 v. Disponível em: <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>. Acesso em: 27 fev. 2020.
- [9] SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; WITICOVSKI, Lilian Cristine; GARCIA, Luciana Emilia Machado; SCHEER, Sérgio. **A Utilização Do Bim Em Projetos De Construção Civil.** *Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial*. Santa Catarina, p. 24-42. 26 nov. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270943124_A_Utilizacao_do_BIM_em_Projetos_de_Construcao_Civil. Acesso em: 31 out. 2020.
- [10] BRASILEIRO, Ada Magaly Matias. **Manual de Produção de Textos Acadêmicos e Científicos.** 1ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013. 192 p.
- [11] GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 176 p.
- [12] BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde (org.). MHCDCh - **Modelo de Projeto Básico Habitação de 2 Quartos.** 2017. Assessoria de Comunicação. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/modelo-de-projeto-basico-habitacao-de-2-quartos>. Acesso em: 28 out. 2020.