



Análise do processo de inserção de revestimento argamassado, na etapa de projeto, em edifícios de alvenaria estrutural com modelagem em BIM

Mateus Bussolo ¹,

Elaine Guglielmi Pavei Antunes².

Helena Somer Maccarini³.

Resumo: Com o passar dos anos a alvenaria estrutural vem ganhando progressivamente espaço na construção civil. Devido a este fato verifica-se a necessidade de que os projetos tenham um nível de detalhamento aprimorado para evitar manifestações patológicas. Para a alvenaria estrutural a modulação é de suma importância, pois por meio dela é possível reduzir desperdícios e aumentar o rendimento na obra e, é por isso que a metodologia BIM vem sendo incorporada em larga escala nos variados tipos de projeto. No entanto, ainda é possível notar dificuldades na obtenção de quantitativos no processo de alvenaria estrutural mesmo com o uso do BIM. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é realizar uma análise comparativa entre dois métodos, de parede e de revestimento) de inserção de revestimento argamassado, em edifícios de alvenaria estrutural, na etapa de projeto com modelagem em BIM. Para tal, verifica-se as distinções entre os dois métodos na obtenção de quantitativo dos materiais, no tempo despendido para aplicação do revestimento e as dificuldades encontradas em cada um dos métodos. Com base nos estudos, concluiu-se que o método das paredes (MP) se mostrou mais eficiente na inserção dos revestimentos argamassados, proporcionando uma maior facilidade e um quantitativo mais confiável quando comparado ao método dos revestimentos (MR).

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, Modulação, BIM, Inserção de revestimentos, Quantificação de materiais.

Insertion process of mortar coating analysis in the design stage in structural masonry building with BIM modeling

Abstract: Over the years, structural masonry has been gaining more and more space in civil construction, due to this fact there is a need for its projects to have a good detail to avoid pathological manifestations. For structural masonry, modulation is of paramount importance, as it is due to it that it is possible to reduce waste and increase the performance of the work, and that is why BIM technology has been incorporated on a large scale in various types of projects.

¹ Graduado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, mateus_bussolo@hotmail.com

² Professora, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, elainegpa@unesc.net

³ Professora, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, helenamaccarini@unesc.net

However, it is still possible to notice a certain difficulty in obtaining quantitative in the process of structural masonry even with the use of BIM, in this context the objective of the research is to carry out a comparative analysis between two methods of inserting mortar cladding in structural masonry buildings, in the design stage with BIM modeling. For this, the distinctions between the two methods are verified in obtaining quantitative of the materials, in the time spent to apply the coating and the difficulties found in each of the methods. Based on the studies, it was concluded that the wall method (MP) proved to be more efficient in the insertion of mortar coverings, providing greater ease and a more reliable quantity when compared to the covering method (MR).

Key-words: Structural masonry, Modulation, BIM, Insertion of coatings, Quantification of materials.

Introdução

O setor da construção civil com o decorrer dos anos vem sofrendo algumas alterações, principalmente devido as iniciativas de implantação de ações que visam a sustentabilidade, economia e agilidade, tanto nos escritórios, como nos canteiros de obra (LINO; AZENHA; LOURENÇO, 2012). Graças a isso, processos que anteriormente eram pouco usuais ou estudados, começaram a ganhar cada vez mais espaço na construção civil, como é o caso, da alvenaria estrutural (CAMACHO, 2006).

O sistema construtivo em alvenaria estrutural tem como característica possuir elementos que atuam como estrutura e vedação concomitantemente, visando a aceleração no tempo da execução de obra de uma edificação. Conforme Machado (2014) e Tauil e Nese (2010), a alvenaria estrutural é um sistema no qual as paredes de vedação atuam como estrutura, portanto, tem a função de resistir as cargas presentes na mesma, tanto verticais, proporcionadas pelo peso próprio e cargas de ocupação, como as cargas horizontais, oriundas da ação do vento. Este sistema construtivo torna-se mais viável economicamente em edificações com menor número de pavimentos e com vãos entre paredes próximos de 4 a 5 metros, sendo mais indicado para projetos nos quais não se tenha alterações de *layout* durante ou após a execução do edifício, pois a remoção de qualquer elemento pode prejudicar a estrutura do edifício (PARSEKIAN; SOARES, 2011).

Parsekian e Soares (2011), mencionam ainda que as paredes em alvenaria estrutural são compostas por blocos estruturais e argamassa de assentamento, no entanto, são os blocos que



tem maior representatividade, tendo em vista, que compõem de 80 a 95% do volume total da estrutura. De acordo com Ramalho e Corrêa (2003) para se ter uma alvenaria que atenda aos desempenhos requeridos o componente principal são os blocos, em que devem atender as dimensões previstas pelas normativas vigentes e do projeto. O controle das características dimensionais dos blocos pode diminuir a ocorrência de desperdícios e aumentar a produtividade do processo na etapa de execução, desde que, suas dimensões sejam iguais ou múltiplas entre si. Conforme Pastro (2007) em alvenaria estrutural brinca-se de encaixar peças, com diversos formatos e tamanhos que vão se combinando no decorrer da parede, não podendo alterar a ordem das peças.

Segundo Mohamad (2015) se bem projetado e executado, o uso da alvenaria estrutural como processo construtivo pode resultar em economia quando comparado ao processo construtivo tradicional em concreto armado, principalmente em edifícios de até 4 pavimentos. Ainda, de acordo com o mesmo autor, a etapa de projeto para edificações em alvenaria estrutural é preponderante, em que falhas nesta etapa podem comprometer o sistema e gerar problemas globais na construção.

Eastman (2011) afirma que projeto é a atividade na qual a maioria das informações sobre um empreendimento é definida e organizada para dar seguimento as fases seguintes. Um dos principais pontos para que se tenha uma boa execução, um menor desperdício e em consequência redução de custos em alvenaria estrutural é a etapa de projeto, pois, é na etapa de projeto que se define a modulação da edificação. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a modulação é indispensável, sem a modulação, o assentamento dos blocos é dificultado.

É exatamente pela importância da modulação em um projeto de alvenaria estrutural, que se torna necessário a busca por novas tecnologias já na etapa de projeto. Desde os primórdios, a construção civil tem feito projetos em representações bidimensionais, para que se pudesse definir e executar as atividades necessárias para a construção de um empreendimento (EASTMAN et al. 2014). Porém, embora eficazes para a época, atualmente apenas esse tipo de representação não supre totalmente os requisitos que o novo mercado da construção vem requerendo. O fato é que as obras apresentam um nível de complexidade elevado, exigindo um grau superior de detalhamento para a execução da construção. Conforme Macedo (2018), o problema das representações 2D é que a interpretação depende muito da pessoa que a está



vendo, podendo variar algumas vezes, por se tratar de apenas linhas. Nesse contexto, para atender as novas demandas do mercado tem-se a implementação da metodologia BIM.

Building Information Modeling (BIM), significa Modelagem de informação da construção. Segundo Eastman (2008), o BIM é uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção. É um processo de criação integrado em todas as disciplinas e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. O BIM caracteriza-se pela integração total entre todos os agentes envolvidos, auxilia na compatibilização, reduz o tempo de execução de obra e problemas correlacionados a esta. Com o BIM é possível visualizar virtualmente a edificação tridimensionalmente com realismo, gerar e extrair de maneira automática informações da construção, como documentos, desenhos técnicos, modelagens virtuais, quantitativos, continuamente atualizadas e vinculadas entre si.

Andrade e Ruschel (2009) comentam que com o uso do BIM é possível a entrega de projetos com prazo reduzido, detalhamento superior e com mínimo índice de erros. Qualquer setor envolvido com o projeto, do construtor até o fornecedor, trabalha sob a mesma plataforma. Desse modo, o BIM promove a comunicação entre os envolvidos no projeto, não existindo quaisquer tipos de obstáculo com relação a interoperabilidade entre os sistemas, reduzindo os erros de interferência, geralmente verificados somente no início da execução da obra e, conseqüentemente, alterando as dinâmicas no canteiro de obras (BUBNIAK, 2013).

Das tecnologias presentes no BIM, existem duas que mais se destacam, que são: parametrização e interoperabilidade (EASTMAN, 2008). O modelo paramétrico permite fazer a representação dos objetos por meio de parâmetros ligados à sua geometria, determinados pelo usuário. Pelo modelo paramétrico também é possível fazer a extração de quantitativos, já que o modelo em si trata os componentes como objetos e não como linhas. Já, a interoperabilidade é a capacidade dos programas com metodologia BIM se interligarem, tornando mais prática suas revisões e análises.

O BIM na alvenaria estrutural auxilia no processo de adequação da modulação, pois, após a definição da primeira e segunda fiada, basta realizar-se a duplicação das mesmas para ter-se o elemento alvenaria finalizado, além de eliminar a necessidade de executar-se cortes, vistas e fachadas uma a uma, pois os *softwares* com essa plataforma já a realizam automaticamente.

No entanto, verifica-se a dificuldade na aplicação alguns materiais por meio da metodologia BIM como por exemplo, os revestimentos argamassados na alvenaria estrutural quando comparados ao processo construtivo tradicional (estrutura reticulada de concreto armado com vedação em alvenaria). No processo construtivo tradicional, a alvenaria de vedação é interpretada como um painel pelos *softwares* utilizados pela metodologia BIM e, portanto, a inserção dos revestimentos e a mensuração do quantitativo dos mesmos resume-se a medição da área do painel. Já, na alvenaria estrutural cada bloco é considerado um componente e a aplicação do revestimento sobre esses componentes pode não apresentar um quantitativo adequado, assim sendo, dificulta a etapa de inserção e quantificação dos revestimentos sobre os elementos de alvenaria.

É importante a busca por métodos que facilitem a inserção e a quantificação dos revestimentos de maneira correta e, ao mesmo tempo, com agilidade e produtividade. Dentre os métodos de inserção dos revestimentos argamassados em paredes de alvenaria estrutural, destacam-se duas, a primeira executar painéis com revestimentos em ambos os lados envelopando os blocos estruturais, e a segunda, executar painéis de revestimentos internos e externos.

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é realizar uma análise comparativa entre dois métodos (MP e MR) de inserção de revestimento argamassado, em edifícios de alvenaria estrutural, na etapa de projeto com modelagem em BIM. Para tal, verifica-se as distinções entre os dois métodos na obtenção de quantitativo dos materiais, no tempo despendido para aplicação do revestimento e as dificuldades encontradas em cada um dos métodos.

Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada por meio de 3 etapas, sendo que, a primeira etapa consiste na revisão dos assuntos abordados pelo artigo: alvenaria estrutural, coordenação modular e BIM. A segunda envolveu definições fundamentais para dar prosseguimento ao projeto, como: família de bloco estrutural e desenvolvimento do projeto arquitetônico modelo. Nesta etapa, definiu-se as principais resolutivas para as tomadas de decisões. Na terceira etapa deu-se o

desenvolvimento dos métodos de estudo presente neste artigo, método das paredes (MP) e método dos revestimentos (MR).

A principal diferença entre os métodos é que no MP, os revestimentos são inseridos em ambos os lados ao mesmo tempo, já no MR, os revestimentos são inseridos individualmente. Devido a este fato, é possível que os métodos apresentem quantitativos ou rendimentos diferentes ao compará-los.

Por ser um *software* no qual o autor possui experiência profissional, e também, por ser um dos programas em que é empregado a metodologia BIM mais conhecidos mundialmente, foi adotado para estudo dos métodos o *software* Revit 2021, da Autodesk, licença para Estudante.

A Figura 1 apresenta esquematicamente o fluxograma com as etapas desenvolvidas.

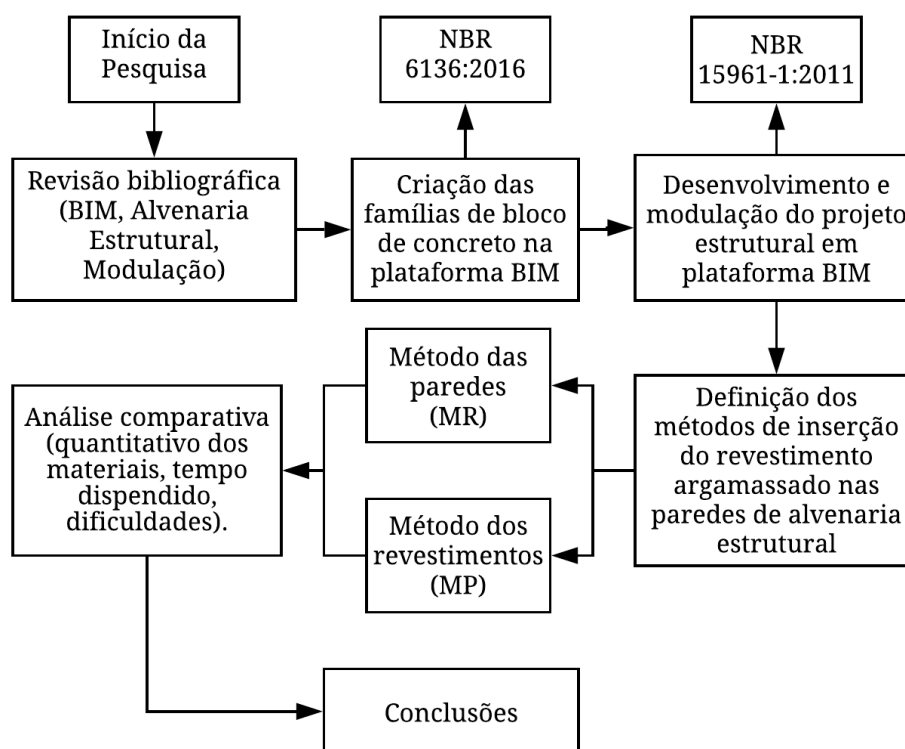


Figura 1 – Fluxograma com as etapas da pesquisa.

Para a definição da família de blocos a se utilizar no projeto, foi necessário a análise de características como, materiais e dimensões desses componentes. No Brasil, segundo

normativas da ABNT, os blocos estruturais aptos para uso em alvenaria estrutural podem ser em concreto, cerâmica e solo-cimento. No entanto, segundo Souza (2018) os blocos de concreto possuem um melhor desempenho acústico, maior resistência e geometria mais regular, portanto, nessa pesquisa definiu-se utilizar bloco de concreto. A NBR 6136: 2016 indica as dimensões a serem seguidas para os blocos de concreto, conforme a largura dos blocos em 9, 14, 19cm.

A partir dessas informações, deu-se início a criação da família de blocos de concreto de 14 cm na metodologia BIM. A Figura 2 apresenta os blocos em planta baixa e em vista 3D utilizados no projeto.

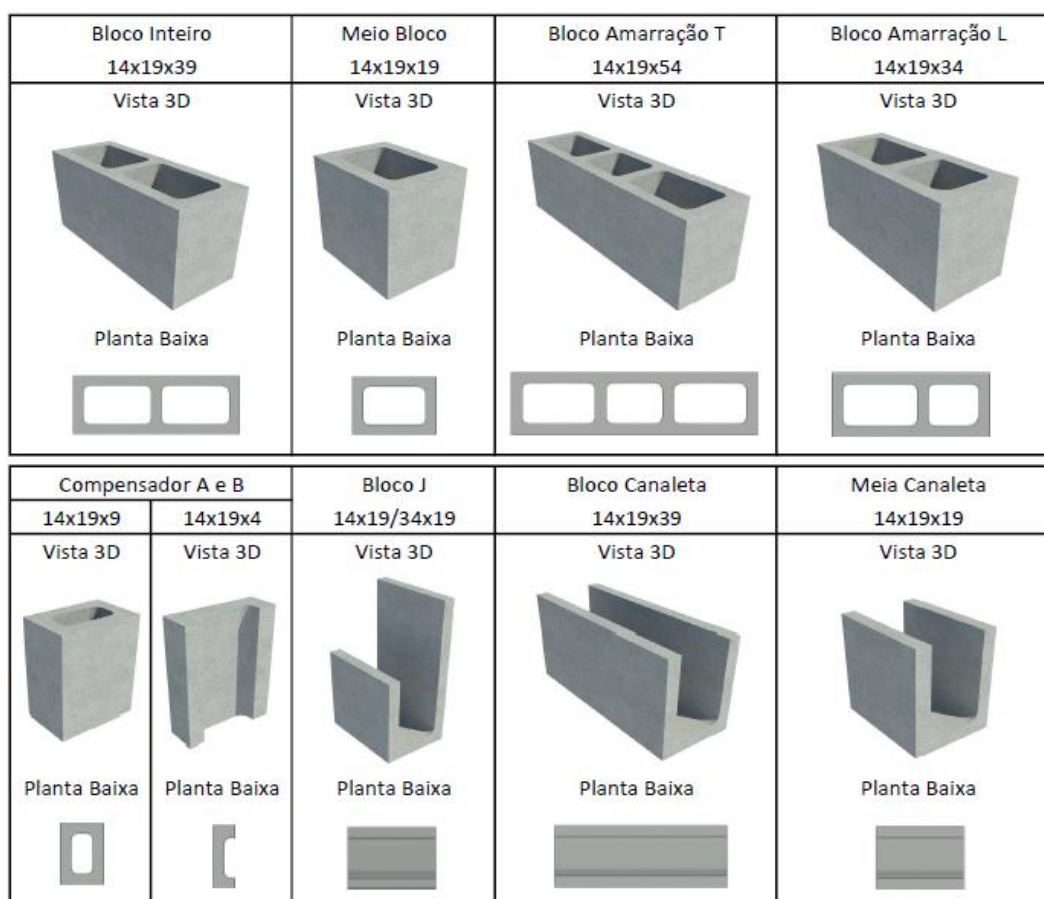


Figura 2 – Modelos blocos de concreto família 14 cm

Para o desenvolvimento e modulação do projeto arquitetônico modelo, foi levado em consideração habitações de interesse social (HIS), tendo em vista que grande parte das

edificações em alvenaria estrutural são desenvolvidas para o mesmo fim, por proporcionar rapidez de construção e custo acessível do imóvel quando comparado com o sistema tradicional. O projeto foi concebido com quatro unidades habitacionais (UH) por andar, contendo três dormitórios, um banheiro social, lavanderia, sala de estar, jantar e cozinha. O pavimento possui 414,14 m² sendo 94,72 m² por UH e 35,26 m² de área comum.

O projeto foi modulado tendo como base a NBR 15961-1:2011, a qual define os requisitos mínimos exigidos para um projeto em alvenaria estrutural. As Figuras 3 e 4 apresentam a planta baixa do projeto arquitetônico modelo, do pavimento, e a planta baixa de uma unidade habitacional, respectivamente.

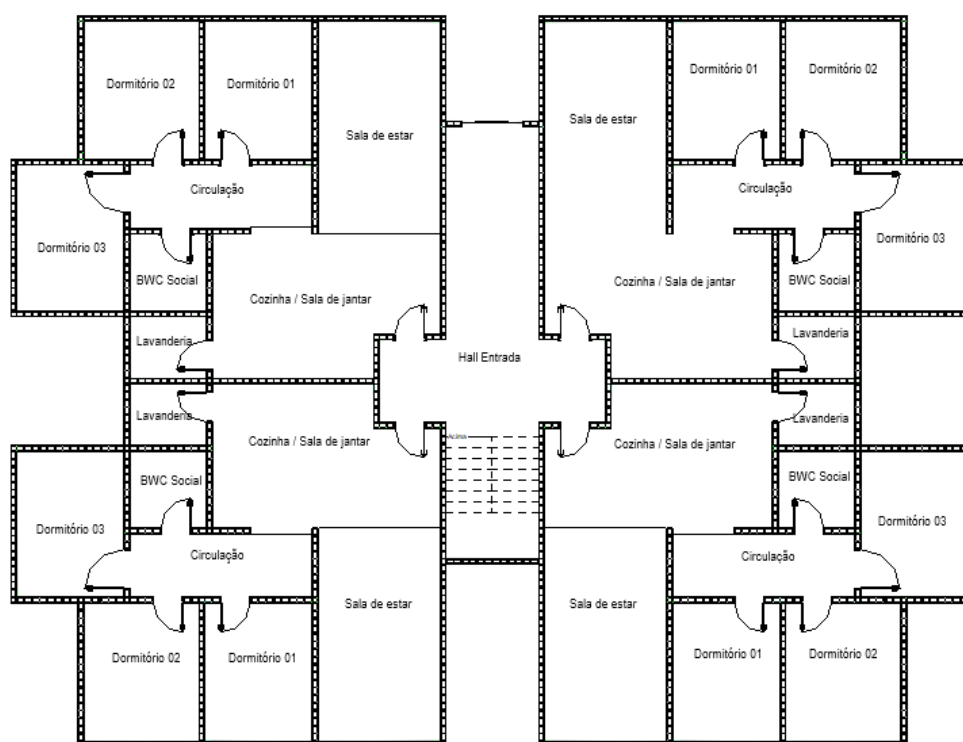


Figura 3 – Planta baixa projeto modelo

Para se obter a combinação dos blocos mais eficiente, a fim de evitar desperdícios, o projeto arquitetônico modelo passou por várias mudanças, pois foram encontrados alguns impasses no meio da modulação. Porém o fato de ser modulado em BIM contribuiu para a obtenção do modelo final de uma maneira mais eficiente. Um dos aspectos encontrados que possibilitou tal eficiência foi, ao definir a 1ª e 2ª fiada, para se ter as paredes erguidas basta

duplicá-las até a altura desejada. A Figura 5 apresenta a imagem em perspectiva da primeira e da segunda fiada e a imagem em perspectivada das paredes completas.

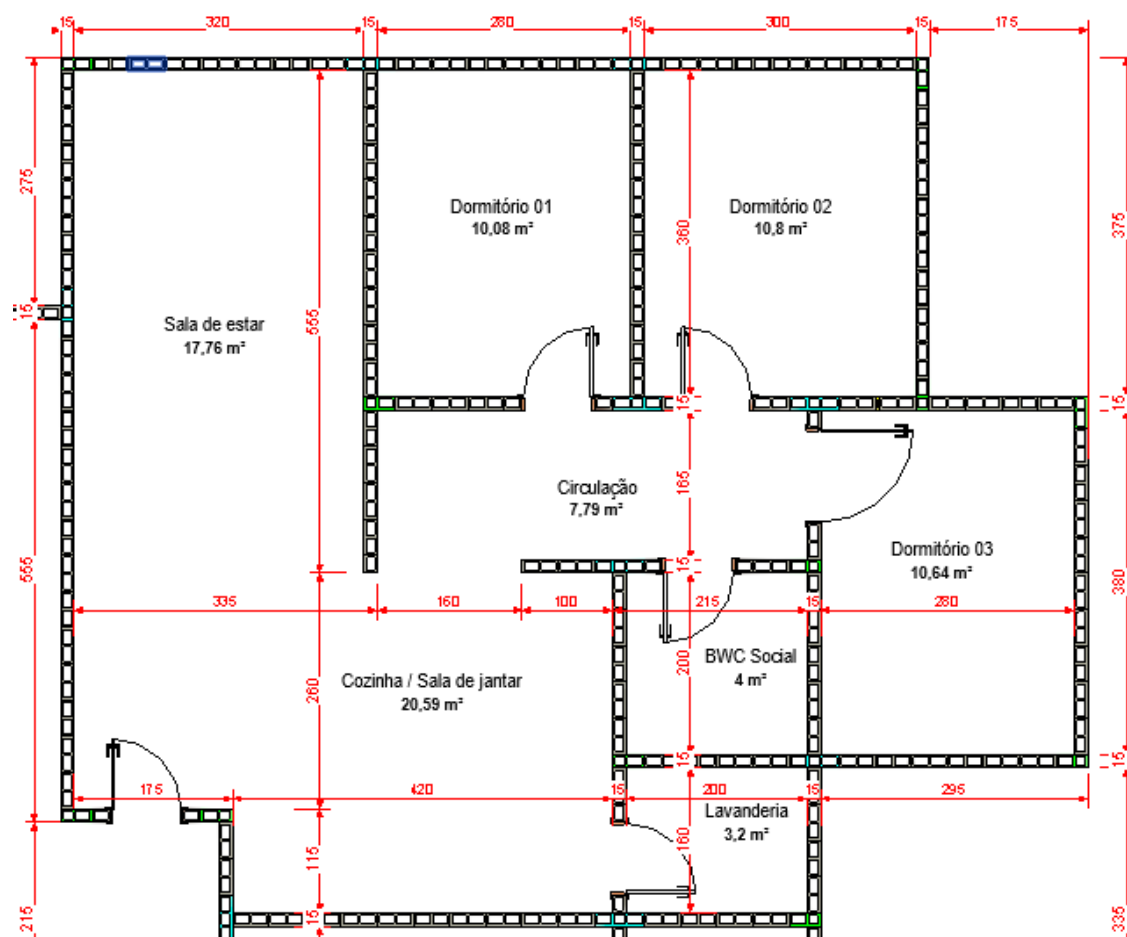


Figura 4 – Planta baixa unidade habitacional

Para obter as aberturas de janelas foi realizada a seleção dos blocos definidos como vão da referida esquadria e deletados, cabe salientar que em alguns blocos inteiros verificou-se a necessidade da troca para meio bloco. Na Figura 6 visualiza-se os blocos sendo selecionados antes de sua exclusão, sendo a Figura 6 (a) em uma vista 3D, (b) corte auxiliar.

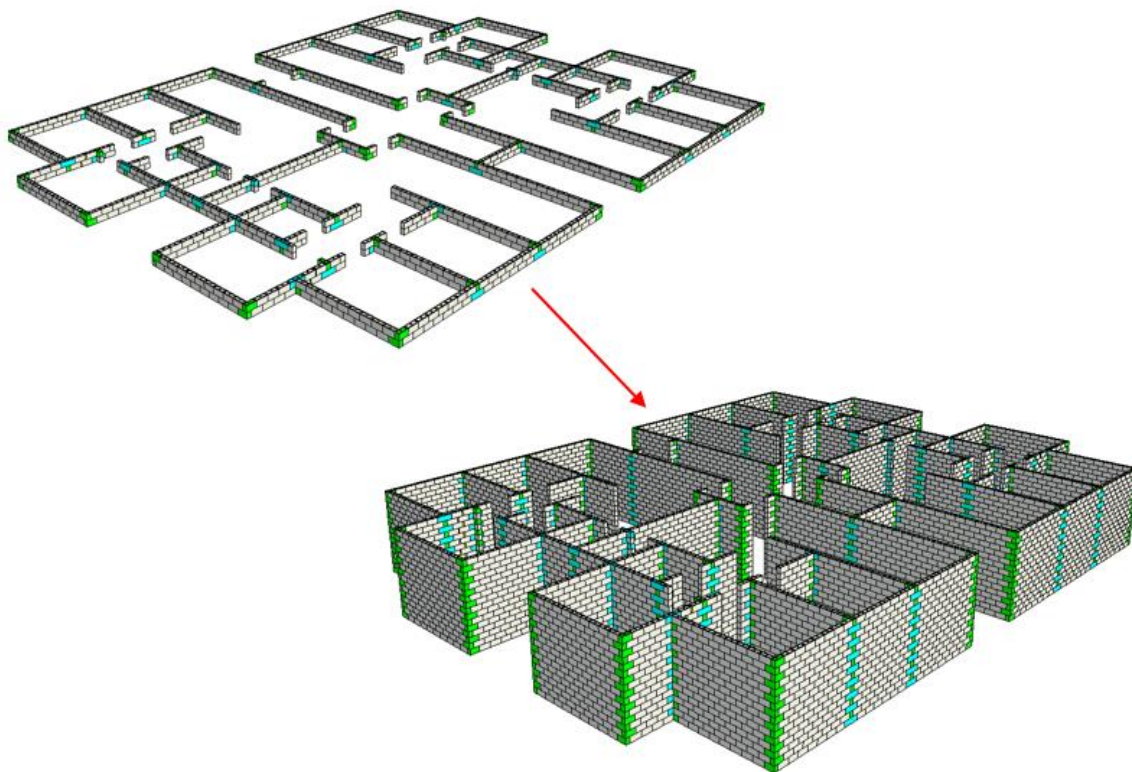
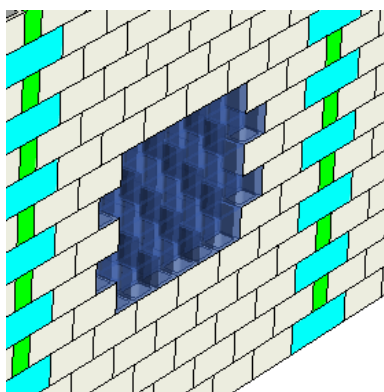


Figura 5 – Duplicação da 1ª e 2ª fiada e parede final

(a)



(b)

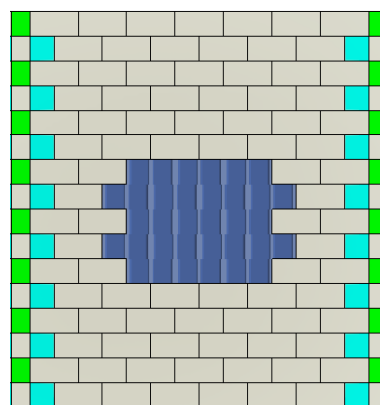


Figura 6 –Obtenção aberturas de janelas: (a) abertura a partir da vista 3D, (b) abertura a partir de corte auxiliar

Para se obter as vergas e contra vergas seleccionou-se os blocos inferiores e superiores ao vão e trocou-se para bloco canaleta, conforme representado pela Figura 7.

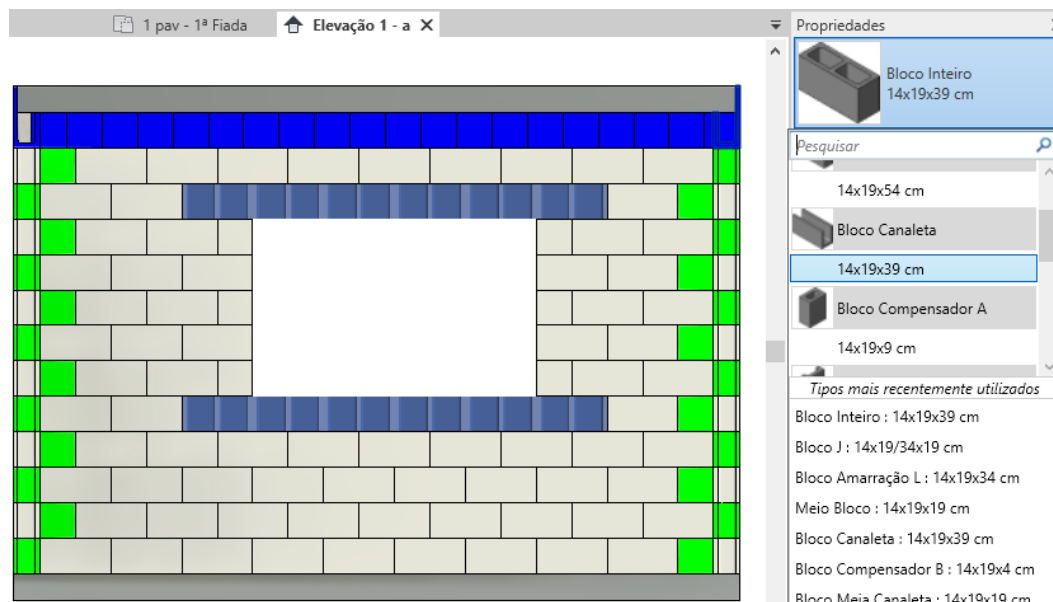


Figura 7 – Substituição bloco inteiro por bloco canaleta

Para cortes, vistas e perspectivas 3D, o *software* possui comandos específicos para cada um, onde para realizá-los, definiu-se suas localizações e efetuou-se os comandos correspondentes. Devido a esses comandos, evitou-se a necessidade da criação manual.

Para melhor compreensão do projeto, foi adotado uma cor para cada bloco estrutural, as cores e os blocos que elas representam constam na legenda da folha de impressão do projeto arquitetônico.

A Figura 8 apresenta o projeto modelo em uma vista 3D com a legenda de cores, e a Figura 9 a vista de uma parede gerada pelo Revit 2021: Estudantil.

Com o projeto arquitetônico modelo devidamente modulado, o *software* faz a extração do quantitativo de blocos, informando o tipo e a quantidade de blocos que foram utilizados no projeto.

Como o projeto modelo foi composto por 4 unidades habitacionais iguais entre si, para se ter um maior rendimento. Foi desenvolvido toda a inserção de revestimento argamassado em uma única unidade e posteriormente espelhado para as demais, a fim de se obter o quantitativo total. Vale salientar que, embora nesta pesquisa os revestimentos não possuam características

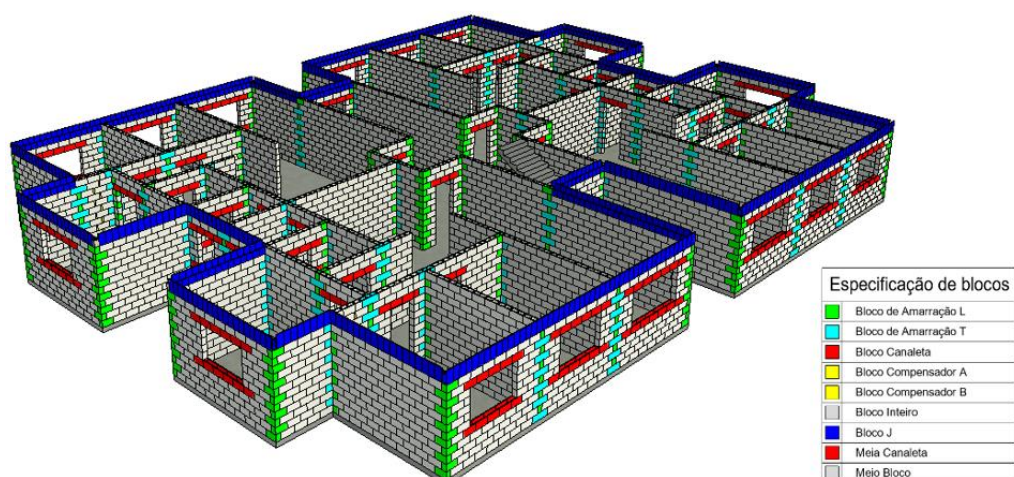


Figura 8– Vista 3D projeto arquitetônico modelo

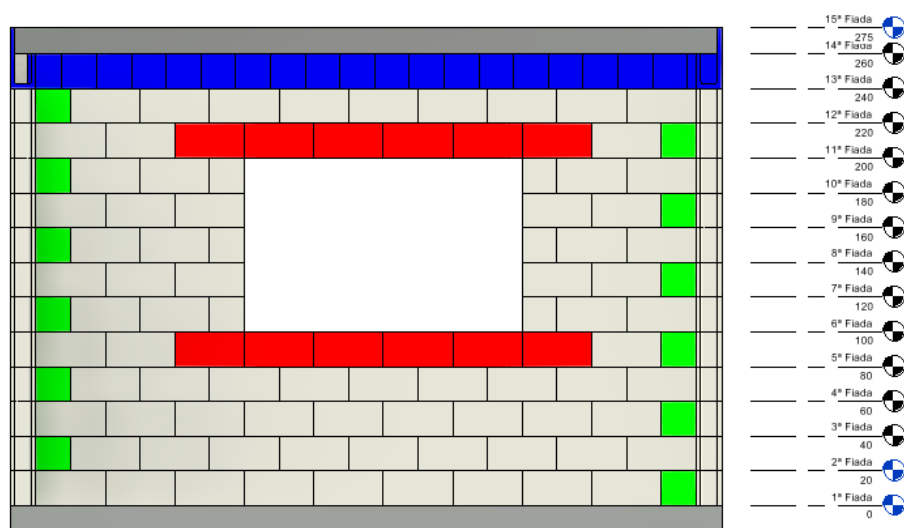


Figura 9 – Vista de parede gerado pelo programa

distintas como espessuras ou traço de argamassa, para melhor organização dos dados levantados, ficou definido que os revestimentos em contato com as intempéries foram chamados de externos, e os revestimentos destinados a ambientes internos foram chamados de internos.

O MP consistiu em erguer-se um novo elemento em forma de painel com revestimentos argamassados em ambos os lados, envelopando os blocos estruturais já modulados. O processo é muito semelhante ao método de quantitativos para um projeto em alvenaria convencional com

levantamento em BIM, a diferença é que na alvenaria os blocos cerâmicos podem ser levantados por metragem quadrada, já em alvenaria estrutural é necessário que primeiramente se faça a modulação dos blocos, para então, após esse processo, inserir os revestimentos argamassados. Portanto, para a realização do MP foram desenvolvidos os seguintes painéis: painel com revestimento externo/interno, quando vedação externa, representado na Figura 10 e painel com revestimento interno em ambos os lados, quando vedação interna, representado na Figura 11.

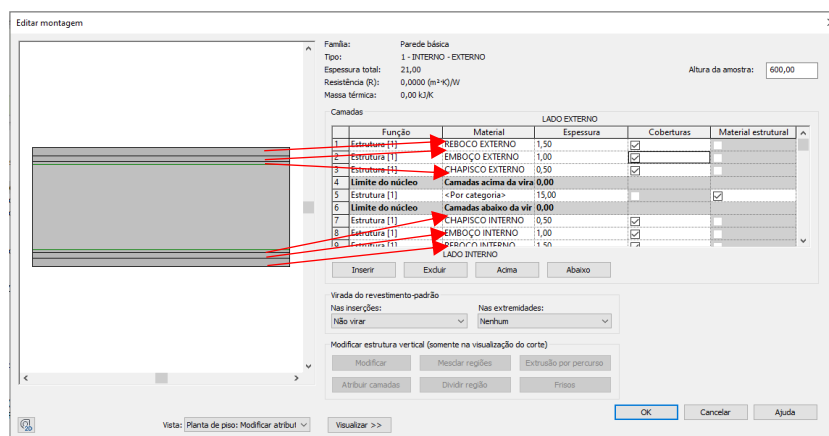


Figura 10 – Painel com revestimento externo e interno - vedação externa

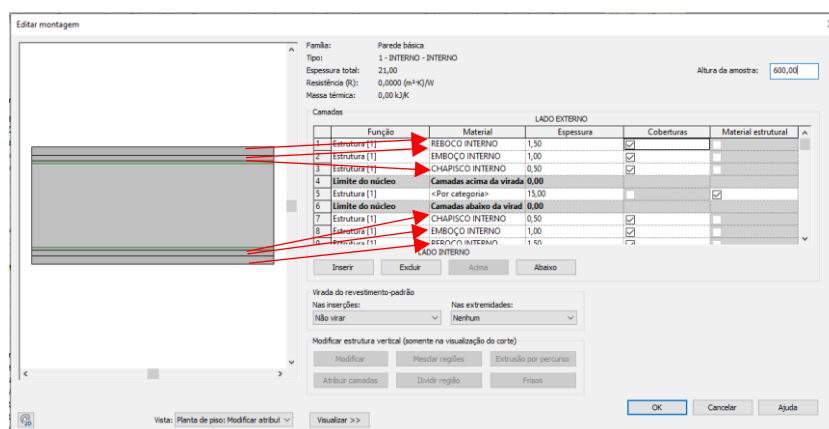


Figura 11 – Painel com revestimento interno em ambos os lados - vedação interna

Para a inserção dos revestimentos pelo MP, optou-se por fazê-los primeiramente com o mesmo revestimento argamassado em ambos os lados em todas as paredes da UH, para então, após inseridos, trocá-los de acordo com o local de uso. Como os painéis são novos elementos,

deu-se necessário a reabertura das esquadrias após inseridos, com as mesmas dimensões das aberturas adotadas no projeto estrutural para descontar os materiais.

No MR os revestimentos são inseridos individualmente, desse modo eles foram desenvolvidos de acordo com o seu uso, interno ou externo. Porém, assim como o MP, no MR também foi organizado por composição de painéis. A Figura 12 e 13 representam o painel desenvolvido para vedação interna e externa, respectivamente.

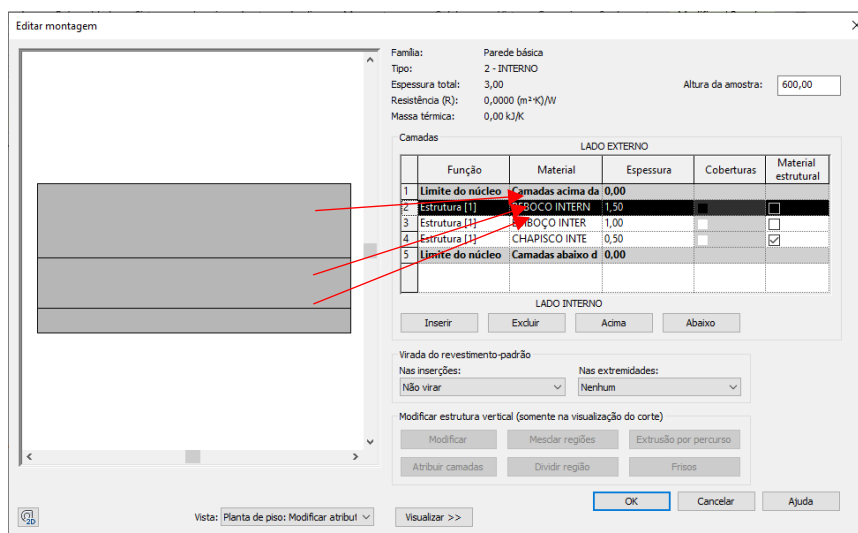


Figura 12 – Painel revestimento interno - vedação interna

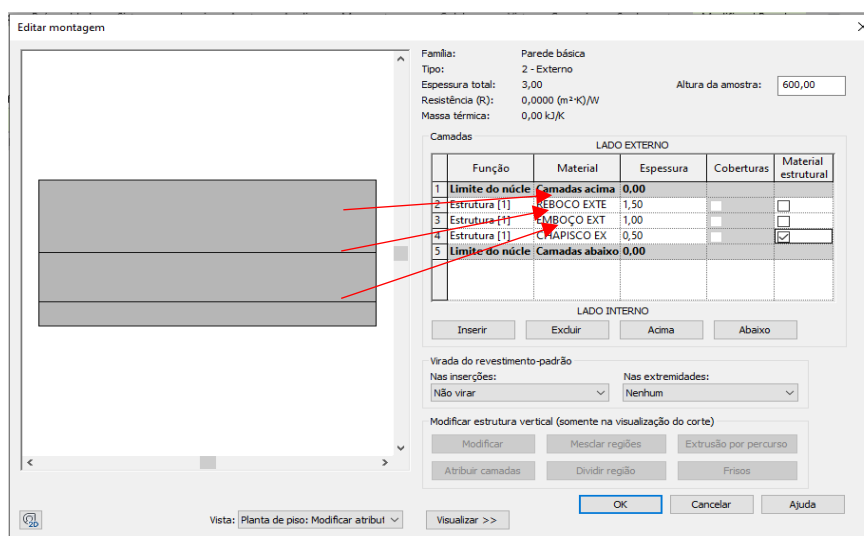


Figura 13 – Painel revestimento externo – vedação externa

Como os revestimentos no MR foram desenvolvidos individualmente, iniciou-se com a inserção de todos os revestimentos externos e posteriormente com os revestimentos internos, como os mesmos foram inseridos de acordo com o seu uso, diferente do MP, não foi necessário fazer a troca dos revestimentos após prontos, no entanto foi necessário a inserção das esquadrias de forma duplicada.

A figura 14 apresenta uma imagem em perspectiva do pavimento revestido através do MP



Figura 14 – Perspectiva final método das paredes (MP)

A obtenção de quantitativo dos revestimentos argamassados foi realizado por meio da contabilização da área, por metragem quadrada e não por volumetria, tendo em vista, que as espessuras dos revestimentos não influenciariam no objetivo desta pesquisa.

Durante as atividades executadas pelo autor no *software*, para a inserção do revestimento argamassado, mediu-se o tempo despendido para desenvolver os dois métodos de estudo, MP e MR, para também ser feito a análise por este parâmetro.

Resultados e discussões

Após o desenvolvimento de cada método, o *software* Revit 2021 que é uma plataforma BIM emite uma tabela com as áreas de revestimentos argamassados, que se refere a quantificação do revestimento.

A Figura 15 apresenta a tabela de quantitativos obtidas por meio do *software* Revit 2021: Estudantil, sendo a Figura 15 (a) os quantitativos do MP e a Figura 15 (b) os quantitativos pelo MR.

A	B
Revestimentos	Área
CHAPISCO EXTERNO	281,76 m ²
CHAPISCO INTERNO	977,53 m ²
EMBOÇO EXTERNO	281,76 m ²
EMBOÇO INTERNO	977,53 m ²
REBOCO EXTERNO	281,76 m ²
REBOCO INTERNO	977,53 m ²

A	B
Revestimento	Área
CHAPISCO EXTERNO	282,43 m ²
CHAPISCO INTERNO	962,94 m ²
EMBOÇO EXTERNO	282,43 m ²
EMBOÇO INTERNO	962,94 m ²
REBOCO EXTERNO	282,43 m ²
REBOCO INTERNO	962,94 m ²

Figura 15 – Tabelas de quantitativo de materiais: (a) quantitativo MTD 1, (b) quantitativo MTD 2

A Figura 16 apresenta os dados obtidos para o revestimento argamassado na vedação externa e a Figura 17 na vedação interna.

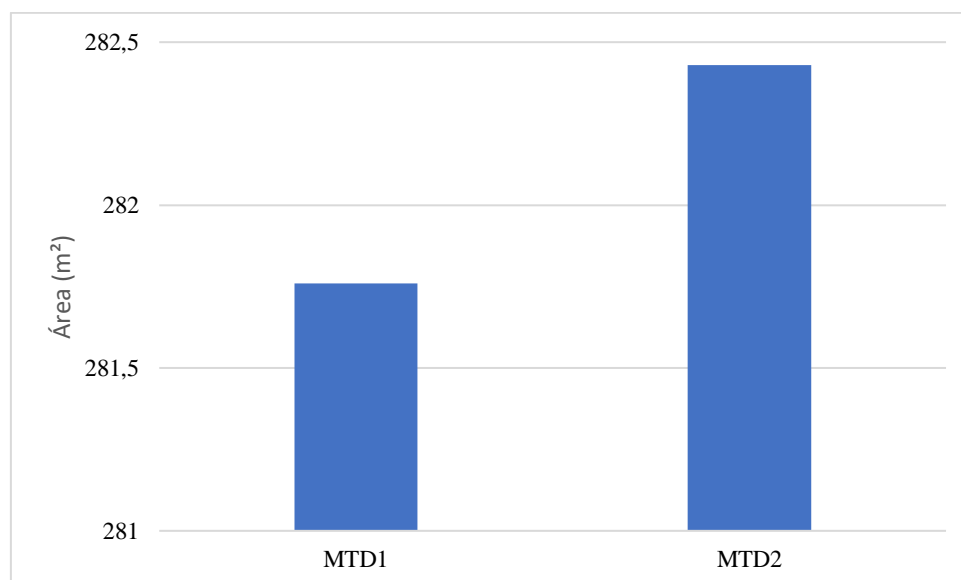


Figura 16 – Quantitativo de revestimento externo (3 camadas)

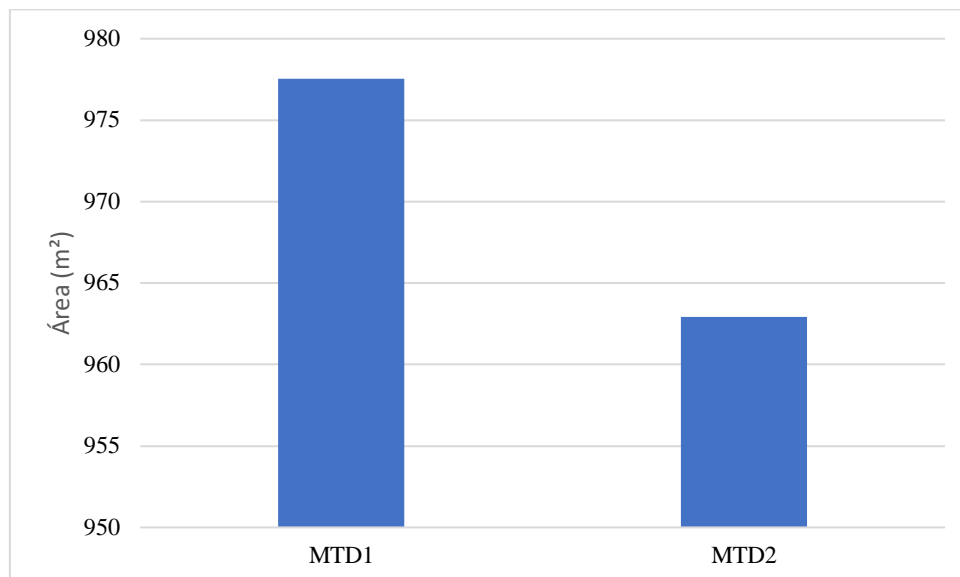


Figura 17 – Quantitativo de revestimento interno (3 camadas)

Ao analisar o Figura 16, é possível averiguar uma similaridade de quantitativos encontrados nos revestimentos externos, tornando qualquer método confiável para a extração dos quantitativos. A maior diferença entre os quantitativos para o revestimento externo foi menor a 1 m^2 , isto é, uma diferença de 0,24%.

No entanto na Figura 17 nota-se uma diferença maior para os valores encontrados para os revestimentos internos, quando comparados ao revestimento externo. Para isso foi realizada uma análise criteriosa com o objetivo de identificar a maneira em que cada método elabora o levantamento referente ao quantitativo de materiais. Após alguns testes, chegou-se à conclusão que os métodos extraem os quantitativos por meio do eixo dos painéis. Por exemplo, para um painel com comprimento de 1 metro, sendo interseccionado por dois painéis com 15cm de espessura, e tendo seus revestimentos argamassados com 3cm de espessura, o MP considera o comprimento deste painel igual a 1,15 metros, tanto para o lado interno como para o externo. Já para o MR o comprimento do mesmo painel para o lado interno é de 0,97 metros e para o lado externo 1,03 metros. A Figura 18 faz uma representação das diferenças de levantamento de quantitativo por meio dos dois métodos, sendo as Figura 18 (a) pelo MP e a Figura 18 (b) pelo MR, em que a linha vermelha representa o centro dos painéis considerados por cada método de inserção.

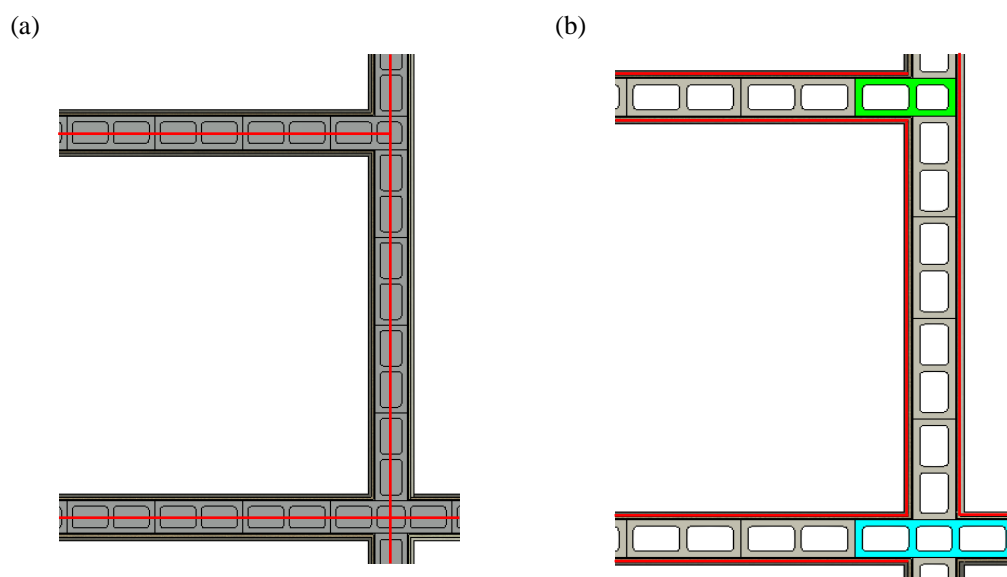


Figura 18 – Diferenças de levantamento de quantitativo através dos métodos MP e MR.

No entanto, vale ressaltar que a diferença entre os métodos é pequena ao compararmos em percentual, sendo de apenas 1,50%. Portanto, após a análise dos dados, apenas os quantitativos de revestimentos são insuficientes para descartar qualquer método de inserção de revestimentos argamassados.

Outro aspecto analisado na pesquisa foram os tempos despendidos em cada método para fazer a inserção e a obtenção dos revestimentos argamassados. A Tabela 1 representa o tempo que o autor despendeu para a inserção e obtenção de quantitativos dos revestimentos argamassados da edificação completa pelos métodos MP e MR.

Tabela 1. Tempo execução e quantificação de revestimentos

Etapas	Tempo de Execução MTD 1 (min)	Tempo de Execução MTD 2 (min)
Criação de famílias	2,00	2,00
Criação de paredes/revestimentos	3,00	7,00
Criação de esquadrias	7,00	11,00
Definição de paredes	4,00	0,00
Espelhamento paredes/revestimentos	2,00	3,00
Tabela de quantitativos	2,00	2,00
Total	20,00	25,00

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, afirma-se que o MP apresenta um tempo reduzido quando comparado ao MR. O fato de o primeiro método possibilitar a inserção dos revestimentos em ambos os lados ao mesmo tempo, diferentemente do MR, possibilita maior produtividade.

Outro aspecto que pode pautar a diferença observada na medição de tempo despendido, refere-se a inclusão das esquadrias. O fato de serem criados novos elementos nos dois métodos, se fez necessário a criação de esquadrias para que se fizesse o desconto dos materiais, no entanto a inclusão das esquadrias no MR teve de ser de forma duplicada, devido ao método ter sua inserção dos revestimentos de forma individual, o que gerou maior trabalho.

Ainda foi possível constatar que os métodos podem trazer outros benefícios no projeto arquitetônico, como por exemplo, a delimitação de ambientes e de paredes, permitindo um detalhamento mais eficiente das fiadas e das vistas do projeto. O MP ainda permite a centralização das esquadrias do eixo do bloco estrutural, o que proporciona um detalhamento de cortes e vistas mais realista. E para não mudar o aspecto final de um projeto estrutural, é possível esconder os revestimentos do MP e MR nas vistas, permitindo a visão apenas dos blocos, sem perder o quantitativo de materiais, conforme representado pela Figura 19.

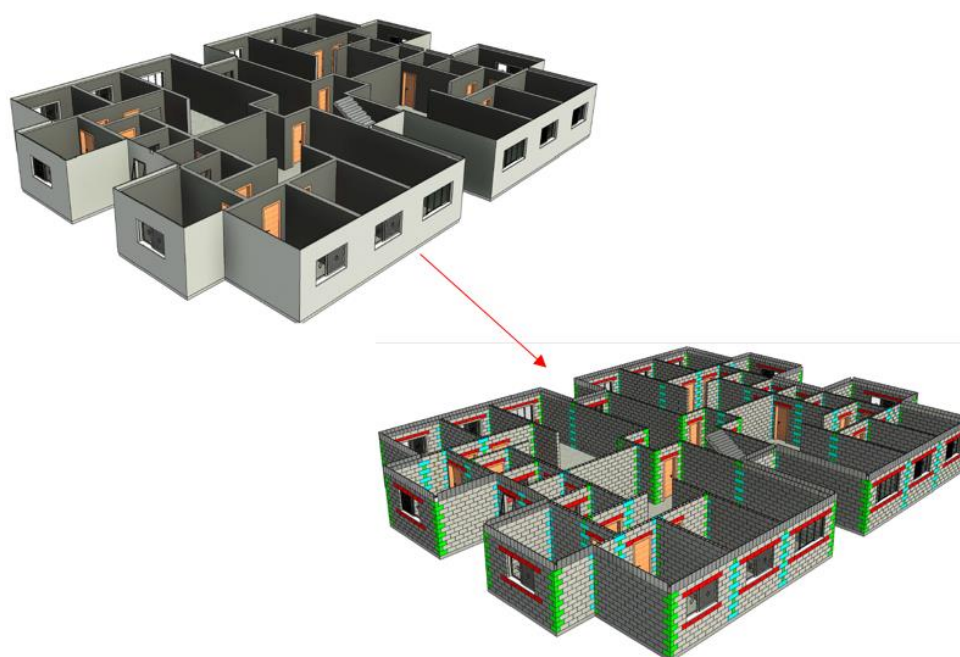


Figura 19 – Método das paredes (MP) com revestimentos ocultos



Conclusões

Nos métodos de inserção de revestimentos por meio da metodologia BIM, observou-se algumas facilidades e dificuldades durante a pesquisa. O MP mostrou-se mais eficiente por ser possível fazer a inserção dos revestimentos em ambos os lados ao mesmo tempo, fato que não se observa no MR, pois os revestimentos são criados individualmente. Outro ponto que tornou o MR menos eficaz foi a inserção das esquadrias, em que se despendeu mais tempo para a inserção das aberturas quando comparado com o MP.

Ao comparar os levantamentos de quantitativos, observa-se que os métodos trouxeram quantidades diferentes para os revestimentos internos, isso se dá ao fato de como cada método extrai seus quantitativos, porém confrontando a quantidade total de revestimentos, essa diferença de materiais se torna quase insignificante, tornando os dois métodos confiáveis para essa função.

Pode-se ressaltar também que a aplicação dos métodos pode facilitar o detalhamento de um projeto estrutural no *software* ao delimitar os ambientes por exemplo, tornando o processo de detalhamento mais ágil. No entanto, ainda é o MP que traz melhores resultados por sua facilidade.

Portanto, ao analisar todos os dados encontrados, acredita-se que o MP apresentou melhores resultados como facilidade de execução, agilidade e contribuições ao projeto arquitetônico quando comparado com o MR, tornando com que este seja o método mais indicado para o setor de projetos em alvenaria estrutural.

Citações e referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:2016**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1:2011**: Alvenaria estrutural - Blocos de concreto parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: 2011.

ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: 1º SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO



AMBIENTE CONSTRUIDO, 2009, São Carlos, SP, p. 602-613. **Anais...** São Carlos: Rima Editora, 2009.

BUBNIAK, Taiana. BIM promete economia de 20% na obra: Uso de sistemas de computador que integra todas as informações referentes à construção ainda é incipiente no Brasil e depende de mudança cultural no canteiro de obras. *Gazeta do Povo*, 27 de agosto de 2013. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/bim-promete-economia-de-20-na-obra-c7hemf63ms2xhdptwdbl590em/>.

EASTMAN, C *et al.* **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014. 1ª ed. 483 p.

LIMA, C. C. N. A. **Autodesk Revit Architecture 2014: Conceitos e Aplicações.** São Paulo: Editora Érica, 2014. 1ª ed. 432 p.

LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. In: ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL - BE2012, 9 ed., 2012, Porto. **Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas.** Porto: 2012. p. 1-10.

MACEDO, Letícia Ferreira. **Compatibilização de projetos de um pavimento tipo em alvenaria estrutural com o uso do bim.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UFU, Uberlândia, MG, 81p. 2018.

MOHAMAD, G. **Construções em alvenaria estrutural** - Materias, projetos e desempenho. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2015.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos:** projeto, execução e controle. São Paulo: O Nome da Rosa, 2011. 240 p.

PARSEKIAN, Guilherme; ROMAN, Humberto Ramos; SILVA, Cláudio Oliveira; FARIA, Marcio Santos. Concrete block. In: GHIASSI, Bahman; LOURENÇO, Paulo B.. **Long-Term Performance and Durability of Masonry Structures:** degradation mechanisms, health monitoring and service life design. 5. ed. United Kingdom: Copyright, 2019. Cap. 2. p. 21-57. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102110-1.00002-9>.

RAMALHO, M.; CORRÊA, M. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: PINI, 2003. 189p.

SILVA, Rafael Moreira. Modulação e dimensionamento de um edifício de três pavimento em alvenaria estrutural. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 59p. 2019.



SOUZA, Flávia Ribeiro. O uso do Software revit na construção civil. In: SIMPÓSIO DE PESSOAS ARQUITETURA E CIDADE, 8.,2016. Anais... Viçosa-MG - 2016

Souza, L., Amorim, S., & Lyrio, A. (2009). Impactos do uso do bim em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. *Gestão & Tecnologia De Projetos*, 4(2), p.26-53. <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**: metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios. São Paulo: Pini, 2010. 183 p.

VOLPATO, Mateus Pereira. **Modelagem, Compatibilização de Projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM**. 2015. 151 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ufsc, Florianópolis, 2015.