



Análise comparativa entre modelagem por paredes compostas com aplicação de peças e modelagem por camadas separadas em BIM – estudos de caso.

Diego Dagostin Frasson¹,

Aurio Damasio Cristian²,

Helena Sommer Maccarini³,

Elaine Guglielmi Pavei Antunes⁴

Resumo: Com o passar dos anos a demanda por projetos bem elaborados e detalhados vem crescendo devido à complexidade das edificações e necessidade de evitar problemas durante a execução gerados por erros de compatibilidade. A incorporação da tecnologia BIM no ramo proporciona uma melhora significativa no gerenciamento, precisão e velocidade da engenharia de construção, principalmente no ramo de orçamentos, pois permite a retirada automática de quantitativos baseada nas características geométricas do modelo. Entretanto, as diferentes técnicas de modelagem nos Softwares BIM podem influenciar nos valores obtidos. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise comparativa entre duas diferentes técnicas de modelagem: paredes compostas com aplicação de peças e paredes por camadas separadas; a partir de dois estudos de caso. Para tal, verifica-se as distinções entre o levantamento de quantitativos, as vantagens e desvantagens observadas durante a modelagem para cada técnica e como estas se comportam em cada fase do projeto. Com base nos estudos, concluiu-se que a modelagem de paredes por camadas separadas se mostrou mais eficiente para fases finais do projeto, onde a forma da edificação já está bem definida, por gerar um levantamento de quantitativos correto ao mesmo tempo que dispensa a necessidade de retrabalho inerente à metodologia de modelagem por paredes compostas com aplicação de peças, evitando possíveis erros e pontos despercebidos. A modelagem por paredes compostas, por sua vez, se apresenta muito útil em fases iniciais do projeto devido à rapidez e agilidade inerentes a metodologia, permitindo facilidade nas diversas alterações na forma da edificação para adequar-se aos gostos do cliente.

Palavras-chave: Levantamento de materiais; paredes; modelagem; camadas; peças; compostas; separadas.

¹ Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, diegodfrasson@gmail.com.

² Arquiteto e Urbanista, Universidade do Extremo Sul Catarinense, auriodc@hotmail.com.

³ Engenheira Civil, Mestra, Universidade do Extremo Sul Catarinense, helenamacarini@unesc.net.

⁴ Engenheira Civil, Doutora, Universidade do Extremo Sul Catarinense, elainegpa@unesc.net.

Comparative analysis between modeling by composite walls with application of parts and modeling by separate layers in BIM - case studies.

Abstract: Over the years, the demand for well-designed and detailed projects has grown due to the complexity of the buildings and the need to avoid problems during execution caused by compatibility errors. The incorporation of BIM technology in the branch provides a significant improvement in the management, precision and speed of construction engineering, mainly in the branch of budgets, as it allows the automatic removal of quantitative based on the geometric characteristics of the model. However, the different modeling techniques in BIM softwares can influence the values obtained. In this context, the objective of this research is to carry out a comparative analysis between two different modeling techniques: composite walls with application of pieces and walls by separate layers; from two case studies. For this, the distinctions between the quantitative survey, the advantages and disadvantages observed during modeling for each technique and how they behave in each phase of the project are verified. Based on the studies, it was concluded that the modeling of walls by separate layers proved to be more efficient for the final stages of the project, where the shape of the building is already well defined, as it generates a correct quantitative survey while eliminating the need for of rework inherent to the modeling methodology for composite walls with application of parts, avoiding possible errors and unnoticed points. The modeling of composite walls, in turn, is very useful in the early stages of the project due to the speed and agility inherent in the methodology, allowing for easy changes in the shape of the building to suit the client's tastes.

Key-words: Quantity takeoff; walls; modeling; layers; parts; composed; separate.

Introdução

Com o avanço da área da construção civil, torna-se cada vez mais frequente no cenário atual a complexidade, numerosidade e designs arrojados de edificações, bem como a busca por planejamento e produtividade. Neste contexto, a etapa de projetos se apresenta de extrema importância para o gerenciamento e execução adequada da obra, pois permite extrair informações relevantes e reduz a incidência de futuros erros ou falhas na construção (JÚNIOR, 2016). Segundo Manzione (2013), Eastman et al. (2014) e Al-Ashmori et al. (2020), a falta de planejamento e controle na elaboração dos projetos são substituídos pelo caos e improvisação na execução, pois diversos problemas são decorrentes de informações imprecisas ou

incompletas, que custam tempo e dinheiro, além de poderem afetar a qualidade geral do empreendimento.

Um projeto deve apresentar informações confiáveis, claras e precisas sobre o que será executado, tendo em vista, que é nesta etapa que a maior parte das informações do empreendimento são definidas (EASTMAN et al., 2014) e, por conseguinte, o principal responsável pelo desempenho competitivo das empresas do setor (MANZIONE, 2013). Sendo assim, é necessária a implementação de processos inovadores em todas as etapas da edificação, e que se iniciam na etapa de projetos, como, por exemplo, o Building Information Modelling (BIM), que, segundo Charehzehi et al. (2017), auxilia a melhorar o gerenciamento, precisão e velocidade da engenharia de construção.

No Brasil, a implementação do BIM na indústria da construção civil foi incentivada com a criação da Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 10.306 de 02 de Abril de 2020. A estratégia busca difundir seu uso e benefícios, promove condições favoráveis para o investimento em BIM, estimula a capacitação de profissionais e o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas a ele.

Mas o que é BIM? O BIM não é simplesmente uma ferramenta de design, mas um sistema que integra aos elementos do projeto e, assim sendo, repassa informações que vão muito além da geometria (como os materiais, custo e tempo), os torna inteligentes, ou seja, eles sabem o que são e quais as suas propriedades. Isto beneficia o gerenciamento do projeto em todo seu ciclo de vida e permite a colaboração dos profissionais envolvidos, de modo que problemas de compatibilidade possam ser facilmente localizados e resolvidos antes que sejam percebidos na execução (ABDI, 2017; CHAN et al., 2019; CHAREF et al., 2018; CHAREHZEHI et al., 2017; LESTER, 2017).

A adoção da Modelagem BIM traz diversas vantagens para o levantamento de quantitativos de um projeto. No processo tradicional, onde os dados são extraídos manualmente com base em plantas e cortes 2D, a estimativa de materiais se torna demorada e susceptível a erros, já que, depende principalmente da interpretação do projeto pelos responsáveis pela orçamentação. No modelo BIM, a inteligência dos elementos permite a retirada automática de

quantitativos baseada nas características geométricas do modelo, o que torna o processo mais simples, rápido e preciso (BEČVAROVSKÁ; MATĚJKA, 2014; KHOSAKITCHALERT et al., 2018; KHOSAKITCHALERT et al., 2019; KHOSAKITCHALERT et al., 2020; MONTEIRO; MARTINS, 2013; OLSEN; TAYLOR, 2017).

Entretanto, os benefícios oriundos da extração de quantitativos de um modelo BIM estão relacionados com o nível de detalhamento do mesmo, com o grau de conhecimento construtivo e com o treinamento do profissional que opera o software (KHOSAKITCHALERT et al., 2018; KHOSAKITCHALERT et al., 2019; KHOSAKITCHALERT et al., 2020; MONTEIRO; MARTINS, 2013). Segundo Bečvarovská, Matějka (2014) e Monteiro e Martins (2013) para garantir um levantamento preciso e confiável de quantitativos de um projeto em BIM, é essencial uma modelagem detalhada, de modo que o edifício projetado esteja o mais próximo possível da futura construção. Além disso, um dos problemas encontrados na modelagem é a sobreposição de elementos no modelo, isto é, diferentes sistemas que se sobrepõem (paredes, pisos e estrutura), que ocupam o mesmo espaço e são contabilizados duplamente no levantamento de materiais (KHOSAKITCHALERT et al., 2018; KHOSAKITCHALERT et al., 2019; KHOSAKITCHALERT et al., 2020).

Diferentes técnicas de modelagem também influenciam nos valores obtidos e podem apresentar melhores resultados dependendo da fase do projeto em que são utilizadas, pois fases iniciais apresentam muita variação na forma da edificação, enquanto fases finais necessitam de um grau de detalhamento elevado para garantir um levantamento de materiais preciso. Das diferentes técnicas existentes, a modelagem por paredes compostas com aplicação de peças, onde as paredes do projeto são criadas contendo várias camadas, e a modelagem por camadas separadas, onde cada camada é modelada separadamente, por exemplo, podem apresentar resultados diferentes entre si.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é, portanto, analisar duas diferentes técnicas de modelagem – modelagem por paredes compostas com aplicação de peças e modelagem por camadas separadas - no Software BIM - Autodesk Revit 2020 – Versão Estudantil, para comparar a precisão e verificar os desafios e vantagens encontrados em cada técnica.

Materiais e métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida em 4 etapas. A primeira consistiu na revisão bibliográfica dos temas abordados no artigo, que foram: BIM, levantamento de quantitativos, coordenação e compatibilização de projetos.

Na segunda etapa, realizou-se a obtenção e análise dos projetos em 2D utilizados como estudo de caso, definindo os materiais correspondentes ao levantamento de paredes e revestimentos para cada projeto e as principais resolutivas para a tomada de decisões da etapa posterior. Foram utilizados dois projetos para verificar o comportamento das modelagens em diferentes tipologias de construção: (C) uma residência unifamiliar de dois pavimentos, ilustrada na Figura 1 e (P) um edifício residencial de três pavimentos com sala comercial e garagem no térreo, ilustrado na Figura 2.



Figura 1. Renderização da Residência Unifamiliar.



Figura 2. Renderização do Edifício Residencial.

A Tabela 1 apresenta detalhes dos ambientes de cada uma das edificações pertencentes à pesquisa e suas respectivas áreas internas e a Tabela 2 apresenta a listagem de materiais analisados no levantamento de paredes e revestimentos.

Na terceira etapa, realizou-se o processo de modelagem das edificações. Para tal, dividiu-se esse processo em 4 fases (A, B, C e D), sendo elas: (A) definição do software utilizado, (B) definição das técnicas de modelagem de paredes, (C) preparo das famílias e modelagem dos projetos, e (D) verificação de interferências.

Por ser um dos mais populares softwares BIM (BEČVAROVSKÁ; MATĚJKA, 2014; KHOSAKITCHALERT et al., 2018; KHOSAKITCHALERT et al., 2019; KHOSAKITCHALERT et al., 2020; OLSEN; TAYLOR, 2017) e possuir a ferramenta de levantamento de materiais, definiu-se o Autodesk Revit 2020 – Versão Estudantil para a modelagem dos projetos nesta pesquisa.

Foram empregadas duas técnicas de modelagem: a modelagem por paredes compostas com a aplicação de peças e a modelagem por camadas separadas. Porém, para compreender cada método é preciso primeiro especificar os conceitos de família e camadas.

Família, segundo a Autodesk, refere-se a um único ou a um grupo de componentes que apresentam propriedades configuráveis, chamadas de parâmetros. Cabe mencionar que cada família possui uma representação gráfica relacionada. São exemplos de famílias: parede básica, pilar de concreto armado, porta de abrir com uma folha, etc. É a partir de famílias que são criados todos os elementos de um projeto.

Um dos parâmetros que compõem uma família de parede básica é representado por camadas, como: blocos cerâmicos, chapisco, emboço, reboco, pintura, revestimento cerâmico, etc. As camadas, portanto, podem ser entendidas como os diferentes materiais e suas características dimensionais e físicas que compõem uma parede.

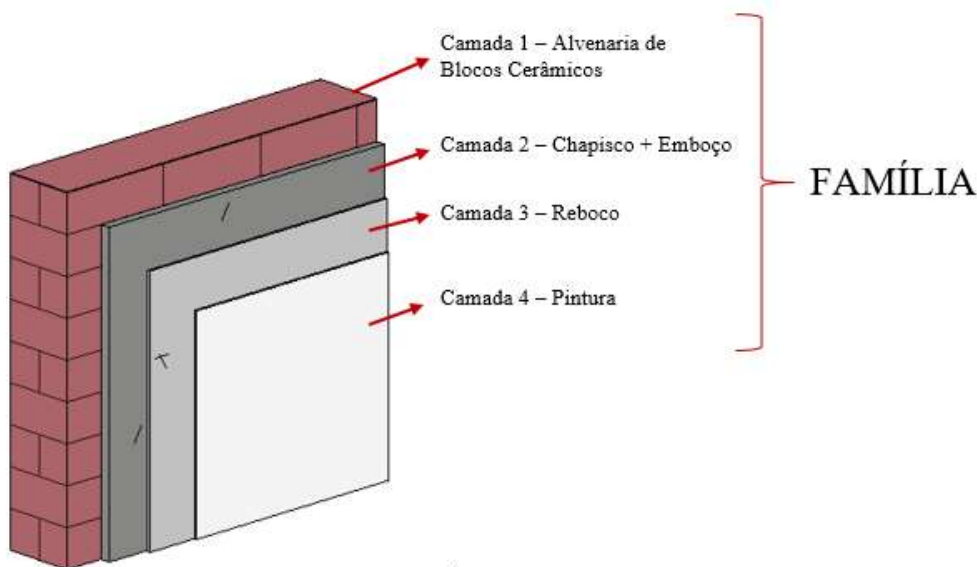
Tabela 1. Ambientes e suas respectivas áreas internas.

Residência Unifamiliar		Edifício Residencial	
Ambiente	Área Interna (m ²)	Ambiente	Área Interna (m ²)
Primeiro Pavimento		Pavimento Tipo	
Hall de acesso	20,01	Circulação	5,20
Sala de Estar	62,37	Escada	14,01
Cozinha	15,91	Apartamento Tipo (2 por andar)	
Depósito	3,60	Sala de Estar	11,81
Área de Serviço (A.S.)	4,80	Cozinha	7,30
Cinema	13,50	Área de Serviço (A.S.)	3,09
Lavabo 1	3,11	WC	2,88
Lavabo 2	2,99	Dormitório 01	7,80
Lounge Churrasqueira	39,53	Dormitório 02	10,80
		Suíte	11,40
		WC Suíte	4,20
Segundo Pavimento		Demais Ambientes	
Varanda	28,43	Garagem	92,41
Circulação	18,06	Elevador	2,89
2 Suítes (A e B) com varanda		Salão de Festas	33,82
Dormitórios - suítes A e B	19,06	2 WCs salão de festas	3,20
WC - suítes A e B	5,03	Terraço	44,15
Varandas - suítes A e B	5,70	Reservatório	14,01
Suíte Master (SM)		Circulação Externa	37,98
Dormitório - SM	20,19	Área Comercial	87,52
WC - SM	5,05		
Varanda - SM	6,23		
Ambientes Externos			
Circulação Externa	23,78		
Pátio de Serviço	15,30		
Piscina	73,50		
Deck da Piscina	36,40		

Tabela 2. Materiais analisados.

Materiais – Residência Unifamiliar	Materiais – Edifício Residencial
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm
Bloco Cerâmico 9 x 19 x 19 cm	Chapisco + Camada de Regularização
Chapisco + Camada de Regularização	Reboco
Reboco	Acabamento em Pintura Branca
Acabamento em Pintura Branca	Acabamento em Azulejo Cerâmico W.C.s
Acabamento em Pintura Cinza	Acabamento em Azulejo Cerâmico A.S.
Acabamento em Concreto Ripado	
Acabamento em Azulejo Cerâmico – Casa	
Acabamento em Azulejo Cerâmico - Piscina	

A Figura 3 ilustra um tipo de família de parede básica criada a partir de 4 camadas.



Camadas			LADO EXTERNO
	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 2 [5]	Pintura Branca	0,0050
2	Acabamento 1 [4]	Reboco	0,0050
3	Substrato [2]	Chapisco + Camada de Regularização	0,0200
4	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestime	0,0000
5	Estrutura [1]	Alvenaria de Blocos Cerâmicos	0,1400
6	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestime	0,0000

Figura 3. Exemplo de família.

Neste contexto, a técnica de modelagem por paredes compostas com aplicação de peças consiste em modelar a edificação com paredes que contenham várias camadas, e em seguida utilizar a ferramenta “Criar Peças” do Software Autodesk Revit para dividi-las em segmentos menores, denominados peças. Com isso, cada camada que constitui a parede vira uma peça, possibilitando o controle dos parâmetros de altura e comprimento isoladamente. A Figura 4 ilustra o passo a passo da técnica.

Na modelagem por camadas separadas, ilustrada na Figura 5, também conhecida como paredes cebola, ao invés de criar uma família de parede que contenha várias camadas, cria-se uma família para cada camada isoladamente, ou seja, uma parede apenas com blocos cerâmicos, outra apenas com a camada de pintura, etc.

Durante o processo de modelagem, para ambas as metodologias, foram realizadas análises de interferências a fim de verificar se existiam, ou não, elementos sobrepostos nos modelos. Para tal, desenvolveu-se o check list Sobreposição de elementos apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Check list – Sobreposição de elemento

Projeto:		
POSSÍVEIS ELEMENTOS SOBREPOSTOS	HÁ SOBREPOSIÇÃO?	
Paredes com Estrutura	Sim ()	Não ()
Paredes com pisos	Sim ()	Não ()
Paredes com forros	Sim ()	Não ()
Paredes com esquadrias	Sim ()	Não ()
Estrutura com pisos	Sim ()	Não ()
Estrutura com forros	Sim ()	Não ()
Estrutura com Esquadrias	Sim ()	Não ()
Esquadrias com pisos	Sim ()	Não ()
Esquadrias com forros	Sim ()	Não ()

Quando verificada alguma sobreposição, foi efetuado a união entre os elementos sobrepostos a partir do comando “Unir Geometria” do software ou alteração de alguns parâmetros dimensionais. O processo se repetiu até não serem encontradas interferências.

Na quarta etapa, realizou-se a análise dos resultados. Nesta etapa foram comparados os quantitativos extraídos e o tempo necessário para a modelagem de cada técnica, além de serem observados os desafios e as vantagens referentes a cada método.

Criação da Família de parede contendo várias camadas

Camadas			LADO EXTERNO
	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 2 [5]	Pintura Branca	0,0050
2	Acabamento 1 [4]	Reboco	0,0050
3	Substrato [2]	Chapisco + Camada de Regulariz	0,0200
4	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do reves	0,0000
5	Estrutura [1]	Bloco Cerâmico 14 cm	0,1400
6	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do reves	0,0000
7	Substrato [2]	Chapisco + Camada de Regulariz	0,0200
8	Acabamento 1 [4]	Reboco	0,0050
9	Acabamento 2 [5]	Pintura Branca	0,0050

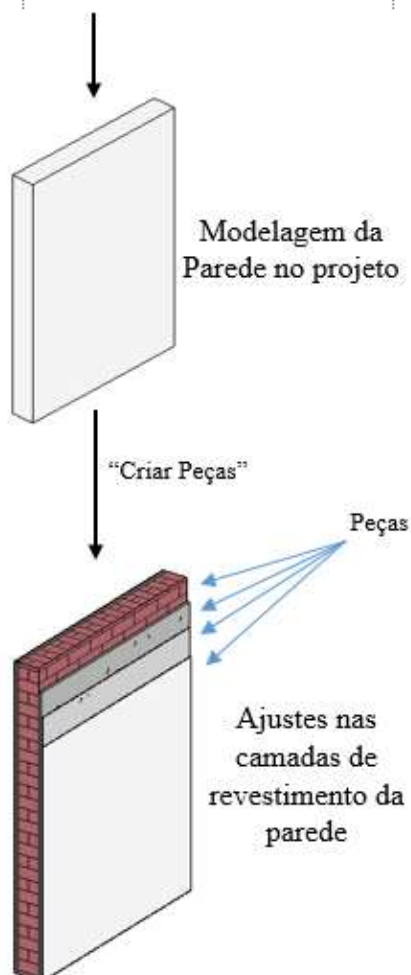


Figura 4. Passo a passo – paredes compostas com aplicação de peças.

Criação das Famílias de parede contendo apenas uma camada cada

Camadas			
LADO EXTERNO			
	Função	Material	Espessura
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revesti	0,0000
2	Estrutura [1]	Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	0,1400
3	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revesti	0,0000

Camadas			
LADO EXTERNO			
	Função	Material	Espessura
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revesti	0,0000
2	Substrato [2]	Chapisco + Camada de Regularizaç	0,0200
3	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revesti	0,0000

Camadas			
LADO EXTERNO			
	Função	Material	Espessura
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revesti	0,0000
2	Acabamento 1 [4]	Reboco	0,0050
3	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revesti	0,0000

Modela-se uma
camada por vez

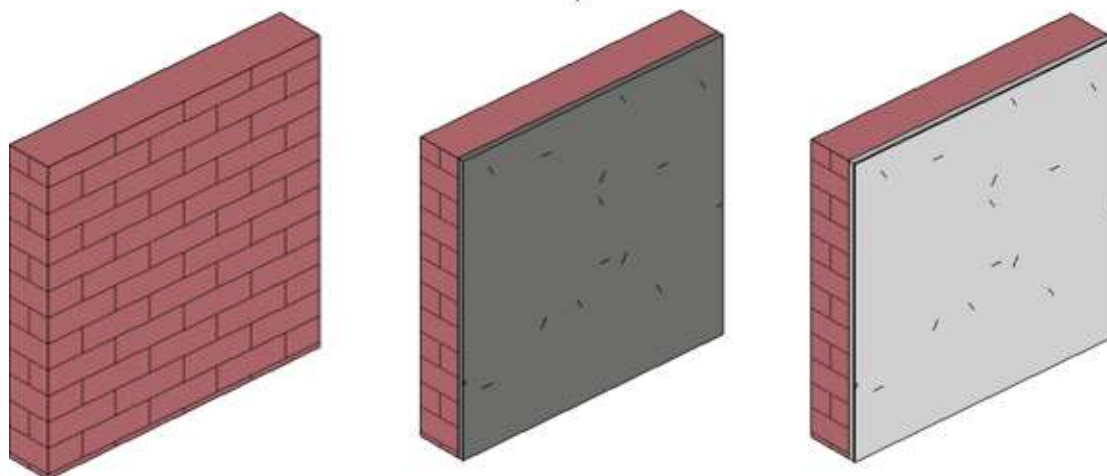


Figura 5. Passo a passo – camadas separadas.

O fluxograma apresentado na Figura 6 demonstra de forma resumida a metodologia adotada.

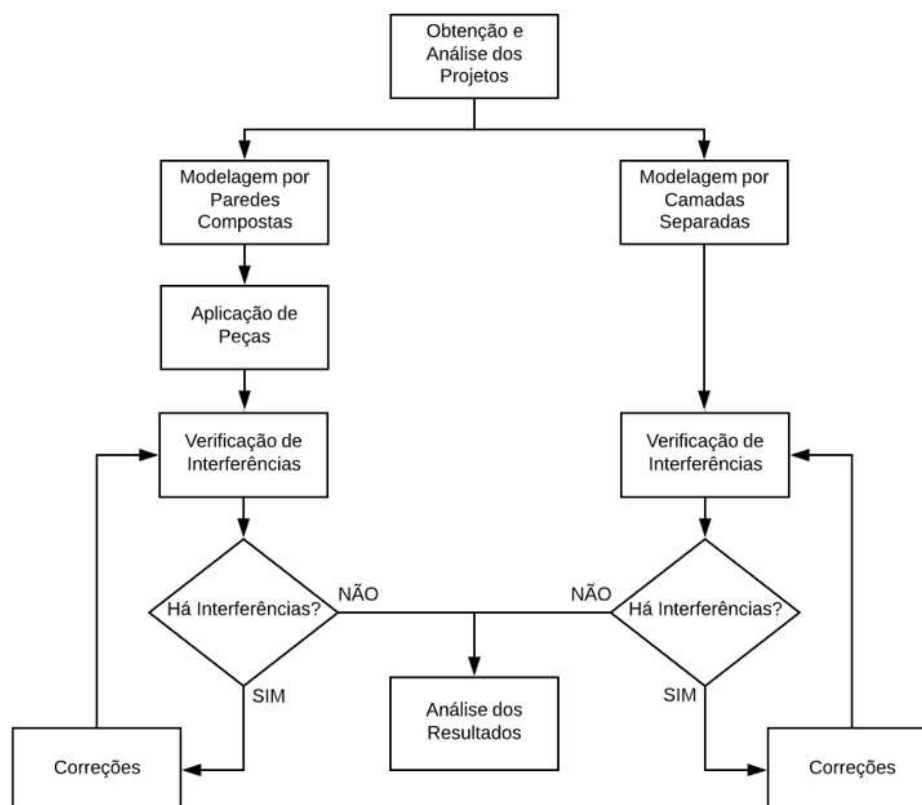


Figura 6. Fluxograma.

Resultados e Discussões

Após o desenvolvimento desta pesquisa, foram observados alguns aspectos pertinentes à cada metodologia de modelagem.

A modelagem por paredes compostas apresentou facilidade na utilização das cotas temporárias e inserção de esquadrias nos projetos. As cotas temporárias, podem ser visualizadas ao criar ou selecionar uma geometria no projeto, podendo esta ser uma parede, uma esquadria, um pilar, etc. Ao editar os valores indicados por elas, a geometria selecionada, e apenas ela, se move para adequar-se às novas medidas. Para a inserção de esquadrias, não foi necessário o uso

de famílias muito detalhadas, já que a adequação na parede hospedeira ocorrem perfeitamente, de modo que a esquadria corte toda a seção transversal. A Figura 7 ilustra estes dois casos, sendo a Figura 7 (a) visualização das cotas temporárias, (b) esquadria inserida no modelo.

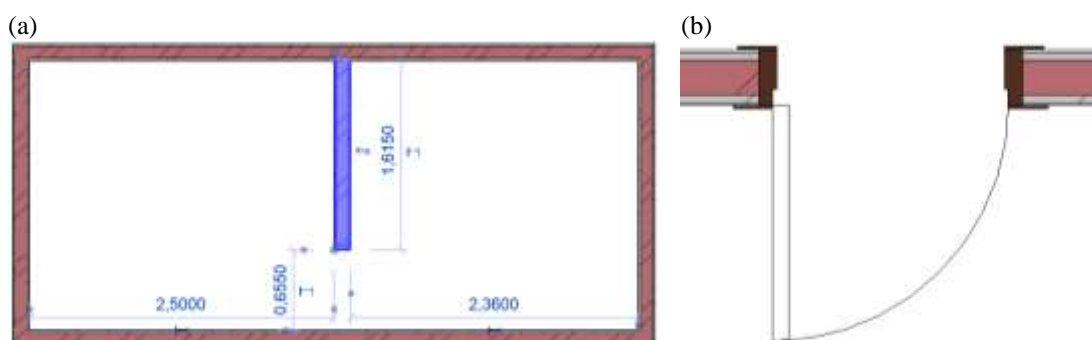


Figura 7. Facilidades – parede composta: (a) visualização das cotas temporárias, (b) esquadria inserida no modelo.

Essa facilidade não ocorre na técnica de modelagem por camadas separadas, já que as cotas temporárias não são visíveis ao selecionar mais de um elemento e, como as camadas são criadas por famílias diferentes, esquadrias cortam apenas 1 material quando inseridas no modelo. Para que todas as camadas sejam cortadas, é necessário a união delas pelo comando “Unir”, tornando o processo mais trabalhoso devido à repetitiva utilização deste. Além disso, há a necessidade de famílias de esquadrias que apresentem maior complexidade, para que não ocorra incoerências e a guarnição fique no interior da parede. Na Figura 8, visualiza-se a inserção de esquadrias em uma parede criada a partir de camadas separadas, sendo Figura 8 (a) esquadria cortando apenas a camada de blocos cerâmicos, (b) esquadria após efetuar a união entre as camadas, com a guarnição no interior da parede.

Ao revestir algum componente estrutural isolado ou como ilustrado na Figura 9, é necessário a criação de novas famílias de parede que contenham apenas as camadas referentes aos revestimentos dos pilares para a modelagem por paredes compostas. O mesmo não ocorre ao utilizar-se camadas separadas, permitindo que o processo seja simplificado.

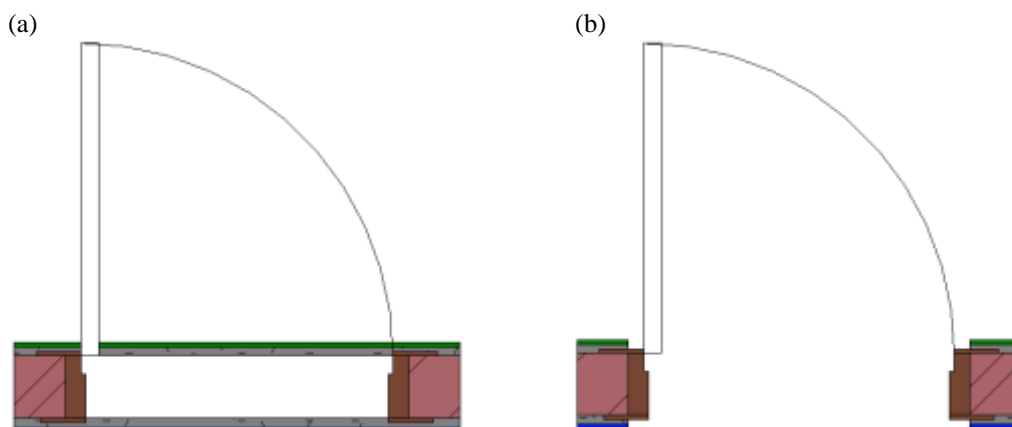


Figura 8. Inserção de esquadrias em paredes de camadas separadas: (a) esquadria cortando apenas a camada de blocos cerâmicos, (b) esquadria após efetuar a união entre as camadas, com a guarnição no interior da parede.

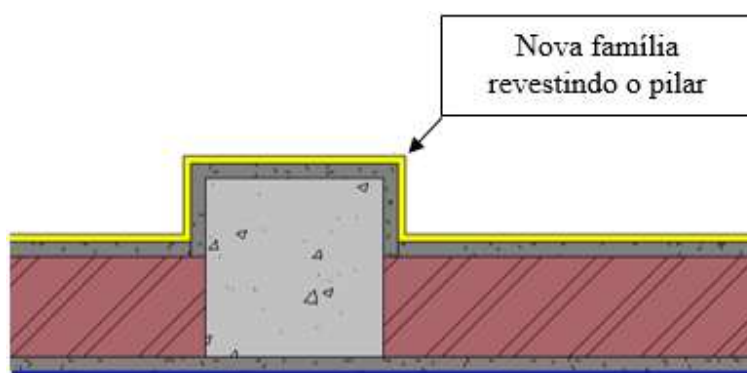


Figura 9. Detalhe do revestimento do pilar – modelagem por paredes compostas.

A Tabela 4 apresenta as áreas referentes à cada material analisado para a modelagem por paredes compostas, antes e após a aplicação de peças, em ambas as edificações. É possível observar uma diferença significativa entre as áreas dos materiais antes e após a aplicação de peças, a área correspondente à alvenaria de blocos cerâmicos do Edifício Residencial, por exemplo, atingiu uma variação de 19,43%. E, esta variação ocorreu por três deficiências, observadas durante o processo de modelagem de paredes compostas.

Tabela 4. Variação entre as áreas extraídas antes e após a aplicação de peças.

Materiais Analisados	Área sem aplicação de peças (m ²)	Área com aplicação de peças (m ²)	Diferença (m ²)	Variação (%)
Residencial Unifamiliar				
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	534,59	477,06	57,53	-10,76
Bloco Cerâmico 9 x 19 x 19 cm	214,91	202,97	11,94	-5,56
Chapisco + Camada de Regularização	1604,90	1532,13	72,77	-4,53
Reboco	1320,55	1265,84	54,71	-4,14
Acabamento em Pintura Branca	1304,42	1238,90	65,52	-5,02
Acabamento em Pintura Cinza	16,22	16,23	-0,01	0,06
Acabamento em Concreto Ripado	72,83	71,27	1,56	-2,14
Azulejo Cerâmico – Casa	124,51	104,38	20,13	-16,17
Azulejo Cerâmico - Piscina	86,16	86,16	0	0,00
Edifício Residencial				
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	1632,92	1315,58	317,34	-19,43
Chapisco + Camada de Regularização	3089,14	2835,15	253,99	-8,22
Reboco	2653,17	2463,81	189,36	-7,14
Acabamento em Pintura Branca	2654,23	2529,78	124,45	-4,69
Azulejo Cerâmico W.C.s	321,13	266,19	54,94	-17,11
Azulejo Cerâmico A.S.	102,44	86,68	15,76	-15,38

- ✓ O processo é limitado para alterar as dimensões de apenas uma camada da parede, ocasião rotineira principalmente quando existe a necessidade de rebaixar a camada de revestimento cerâmico ao nível do forro, por exemplo. A aplicação de peças permite trabalhar com cada camada isoladamente. Na Figura 10 visualiza-se a limitação de edição de camadas solucionada, sendo a Figura 10 (a) parede composta revestida até o topo e a (b) ajustes nos revestimentos após a aplicação de peças.
- ✓ O cálculo de quantitativos não analisa os parâmetros geométricos de cada camada separadamente. Na Figura 11 são representadas 4 paredes de 1 m de altura formando um quarto, é facilmente pressuposto que a área correspondente à camada 1 (verde, correspondente ao revestimento externo) seria superior à área da camada 5 (azul, correspondente ao revestimento interno). Entretanto, visualiza-se na tabela de levantamento de materiais que todas as camadas são computadas como tendo a mesma área. Ao aplicar peças nas paredes, o software consegue distinguir os diferentes parâmetros geométricos referentes a cada camada e computar as áreas corretamente.

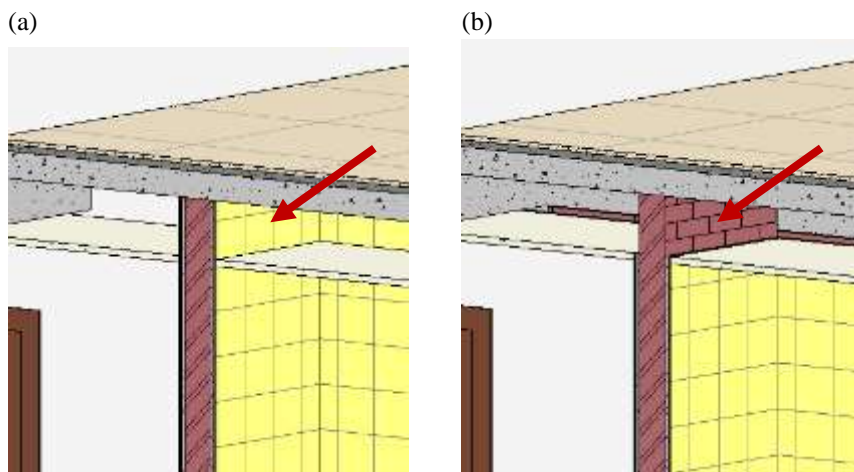


Figura 10. Rebaixo das camadas de revestimento: (a) parede composta revestida até o topo, (b) ajustes após a aplicação de peças.

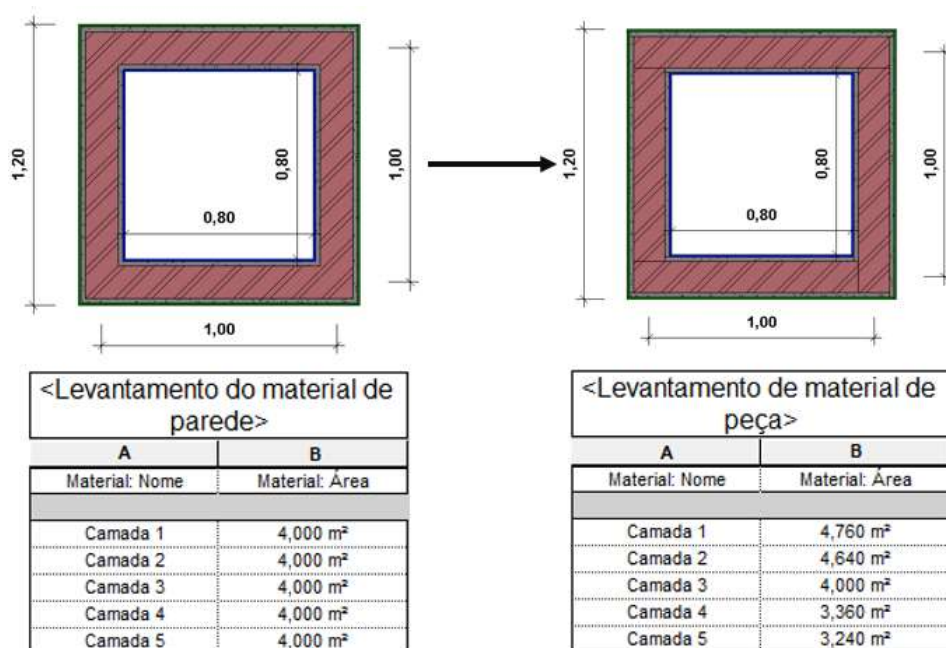


Figura 11. Detalhe do revestimento do pilar.

- ✓ Quando a estrutura e a parede se sobrepõem no modelo, uma solução para corrigir a interferência seria a união de ambos. Entretanto, caso o elemento que esteja unido não cortar toda a seção da parede, o software não calcula as áreas corretamente. Na Figura 12, tem-se uma parede de 1 metro de altura e 3 m de comprimento unida à

uma viga de 50 cm de altura, observa-se pelas tabelas que a área referente aos blocos cerâmicos não foi reduzida quando a viga não corta toda a seção da parede. Assim como no caso anterior, a área é computada corretamente ao aplicar peças.

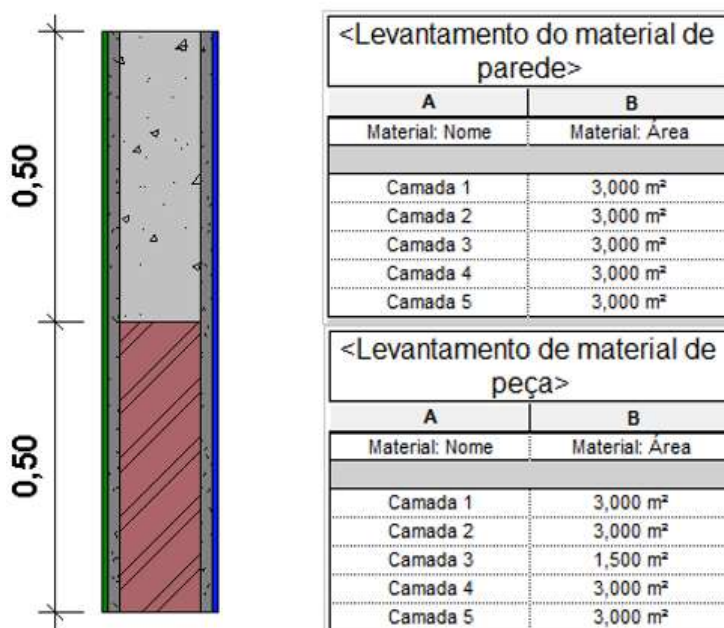


Figura 12. Seção transversal da Parede com viga.

Apesar de sanar as deficiências provenientes do trabalho com paredes compostas, a aplicação de peças também apresentou problemas. Mesmo após aplicar peças nas paredes do projeto, elas não têm sua forma original alterada, ou seja, ao criar uma tabela de levantamento de material de paredes, as áreas continuarão a estar erradas. Para obter os valores corretos é necessário a criação de uma tabela de peças, que pode compreender não só paredes como também pisos, forros, telhados e diversos outros elementos. Além disso, caso não sejam aplicadas peças em alguma parede do projeto, esta não será contabilizada na tabela de quantitativos, gerando um levantamento de materiais equivocado. Camadas de membrana (camadas que possuem espessura zero) não são contabilizadas e o revestimento que contorna os extremos de paredes isoladas não é representado, assim como ilustrado na Figura 13.

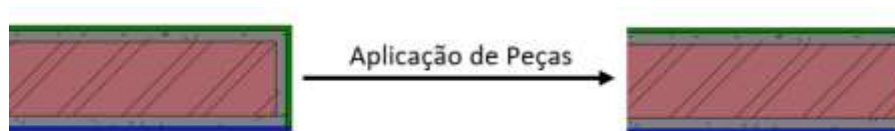


Figura 13. Detalhe do revestimento da parede – aplicação de peças.

Outro fator determinante encontrado durante a fase modelagem foi que, para a maioria das paredes em ambos os projetos, ora as peças criadas se sobrepunham, ora não foi possível a aplicação de peças devido à complexidade das formas geométricas geradas a partir da união entre as paredes com a estrutura e pisos, sendo necessário retrabalho para realizar ajustes que impactaram no tempo de execução do modelo.

Está série de problemas que afetam o levantamento de quantitativos não estavam presentes na modelagem por camadas separadas, pois o método permite gerar um projeto preciso e proporciona maior liberdade de editar e trabalhar com paredes, além de conseguir analisar os parâmetros referentes a cada camada, extraindo as áreas corretas e dispensando a utilização de peças. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos com a modelagem por camadas separadas, relacionando estes com os resultados obtidos a partir da aplicação de peças descritos na Tabela 4. É possível observar uma variação mínima entre as áreas de materiais, podendo ocorrer devido ao erro de não serem criadas peças dos revestimentos que contornam a camada de alvenaria de blocos cerâmicos para paredes isoladas, assim como ilustrado na Figura 13, e por possíveis erros gerados pela necessidade de retrabalho para corrigir a geometria após aplicar peças.

A Tabela 6 apresenta a relação entre todos os valores de áreas de materiais obtidos durante a pesquisa.

Tabela 5. Áreas extraídas – modelagem por camadas separadas.

Materiais Analisados	Área (m ²)	Diferença (m ²)	Variação (%)
Residencial Unifamiliar			
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	476,02	1,04	-0,22
Bloco Cerâmico 9 x 19 x 19 cm	202,97	0	0
Chapisco + Camada de Regularização	1532,81	-0,68	0,04
Reboco	1267,52	-1,68	0,13
Acabamento em Pintura Branca	1241,61	-2,71	0,22
Acabamento em Pintura Cinza	16,22	0,01	-0,06
Acabamento em Concreto Ripado	71,25	0,02	-0,03
Azulejo Cerâmico – Casa	104,36	0,02	-0,02
Azulejo Cerâmico - Piscina	85,99	0,17	-0,20
Edifício Residencial			
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	1314,07	1,51	-0,11
Chapisco + Camada de Regularização	2835,84	-0,69	-0,02
Reboco	2465,34	-1,53	0,06
Acabamento em Pintura Branca	2532,84	-3,06	-0,12
Azulejo Cerâmico W.C.s	266,14	0,05	-0,02
Azulejo Cerâmico A.S.	86,67	0,01	-0,01

Tabela 6. Áreas extraídas – quadro geral.

Materiais Analisados	Área sem aplicação de peças (m ²)	Área com aplicação de peças (m ²)	Área Camadas Separadas	Variação: sem peças x com peças (%)	Variação: sem peças x camadas separadas (%)	Variação: com peças x camadas separadas (%)
Residencial Unifamiliar						
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	534,59	477,06	476,02	-10,76	-10,96	-0,22
Bloco Cerâmico 9 x 19 x 19 cm	214,91	202,97	202,97	-5,56	-5,56	0
Chapisco + Camada de Reg.	1604,90	1532,13	1532,81	-4,53	-4,49	0,04
Reboco	1320,55	1265,84	1267,52	-4,14	-4,02	0,13
Acabamento em Pintura Branca	1304,42	1238,90	1241,61	-5,02	-4,82	0,22
Acabamento em Pintura Cinza	16,22	16,23	16,22	0,06	0,00	-0,06
Acabamento em C. Ripado	72,83	71,27	71,25	-2,14	-2,17	-0,03
Azulejo Cerâmico – Casa	124,51	104,38	104,36	-16,17	-16,18	-0,02
Azulejo Cerâmico - Piscina	86,16	86,16	85,99	0,00	-0,20	-0,20
Edifício Residencial						
Bloco Cerâmico 14 x 19 x 29 cm	1632,92	1315,58	1314,07	-19,43	-19,53	-0,11
Chapisco + Camada de Reg.	3089,14	2835,15	2835,84	-8,22	-8,20	-0,02
Reboco	2653,17	2463,81	2465,34	-7,14	-7,08	0,06
Acabamento em Pintura Branca	2654,23	2529,78	2532,84	-4,69	-4,57	-0,12
Azulejo Cerâmico W.C.s	321,13	266,19	266,14	-17,11	-17,12	-0,02
Azulejo Cerâmico A.S.	102,44	86,68	86,67	-15,38	-15,39	-0,01

Conclusões

Ao executar a modelagem dos projetos com o auxílio do Software Autodesk Revit – Versão Estudantil, observou-se que ambas as metodologias apresentaram valores muito próximos no que se refere à área de material extraída, sofrendo variação mínima, logo, foram analisadas algumas vantagens e desvantagens referentes à cada uma delas. Apesar de demandar mais tempo, devido à necessidade de modelar uma camada por vez, e apresentar dificuldades na inserção de esquadrias no modelo, a técnica de modelagem por camadas separadas se apresentou mais eficiente para obter-se um levantamento de quantitativos preciso.

A necessidade de retrabalho devido à impossibilidade de aplicar peças em diversas paredes dos projetos ou pela aplicação não se apresentar da maneira correta, tornou a modelagem de paredes compostas com aplicação de peças muito instável, confusa e sujeita à erros.

Vale ressaltar que, mesmo apresentando valores equivocados no levantamento de materiais, com variação podendo chegar a valores altos (19,53% no caso da alvenaria de blocos cerâmicos do edifício residencial), a utilização de paredes compostas sem a aplicação de peças mostra-se muito útil para fases iniciais de projeto, onde é necessária a realização de diversas alterações no modelo para adequar-se aos gostos do cliente, devido a rapidez de modelagem e facilidade na edição dos ambientes.

A medida que o projeto avança e sua forma final fica mais definida, é preciso atentar-se à precisão no levantamento de quantitativos. Nesse sentido, ao criamos camada por camada, é possível visualizar com antecedência os pontos onde será necessário maior detalhamento devido à complexidade, e prever possíveis soluções, evita-se erros e torna o modelo o mais próximo possível do executado na realidade, gerando um levantamento de materiais preciso e, consequentemente, maior competitividade no ramo.

Referências Bibliográficas

AUTODESK. Autodesk Knowledge Network. **Sobre as famílias**, nov. 2020.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, 2017.

AL-ASHMORI, Y. Y; OTHMAN, I.; RAHMAWATI, Y.; AMRAN, Y. H. M.; SABAH, S. H. A.; RAFINDADI, A. D.; MIKIĆ, M. **BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia**. Ain Shams Engineering Journal, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.02.002>.

BEČVAROVSKÁ, R.; MATĚJKA, P. **Comparative analysis of creating traditional quantity takeoff method and using a BIM tool**. In Construction Macroeconomics Conference 2014. http://www.conferencecm.com/podklady/history5/Prispevky/paper_becvarovska.pdf.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de ago. de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**. Brasília, ago. 2019. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm.

CHAN, D. W. M; OLAWUMI, T. O.; HO, A. M. L. **Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong**. Journal of Building Engineering, v. 25, 100764, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.028>.

CHAREF, R.; ALAKA H.; EMMITT S. **Beyond the Third Dimension of BIM: A Systematic Review of Literature and Assessment of Professional Views**. Journal of Building Engineering, v. 19, p. 242-257, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.028>.

CHAREHZEHI, A.; CHAI, C.; MD YUSOF, A.; CHONG, H.-Y.; LOO, S. C. **Building information modeling in construction conflict management**. International Journal of Engineering Business Management, 2017. <https://doi.org/10.1177/1847979017746257>.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2014. 503p.

JÚNIOR, M. A. S. **Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com o uso de aplicativo de modelagem BIM**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

KHOSAKITCHALERT, C.; YABUKI, N.; FUKUDA T. **Automated modification of compound elements for accurate BIM-based quantity takeoff**. Automation in Construction, v. 113, 103142, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103142>.



KHOSAKITCHALERT, C.; YABUKI, N.; FUKUDA T. **Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements**. Automation in Construction, v. 106, 102891, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102891>.

KHOSAKITCHALERT, C.; YABUKI, N.; FUKUDA T. **The accuracy enhancement of architectural walls quantity takeoff for schematic BIM models**. 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction - ISARC, Berlin, Alemanha, p. 768–775, 2018. <https://doi.org/10.22260/ISARC2018/0108>.

LESTER, A. Building Information Modelling (BIM). In: LESTER, E. I. A. **Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards**. 7 ed. Butterworth-Heinemann, 2017. p. 509-527.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão de processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.3.2013.tde-08072014-124306.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design**. Automation in Construction, v.35, p. 238-253, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.005>.

OLSEN, D.; TAYLOR, J. M. **Quantity take-off using Building Information Modeling (BIM), and its limiting factors**. Procedia Engineering, v. 196, p. 1098-1105, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067>.