

Análise do quantitativo extraído via método convencional e tecnologia BIM para os revestimentos

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.8>

**Gustavo Macedo Miranda¹, Danielle Meireles de Oliveira²,
Marys Lene Braga Almeida³, Sidnea Eliane Campos Ribeiro⁴**

¹ Instituto Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
<https://orcid.org/0000-0001-7145-0373>

² Instituto Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
<https://orcid.org/0000-0003-4379-5096>

³ Instituto Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
<https://orcid.org/0000-0002-2061-1613>

⁴ Instituto Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
<https://orcid.org/0000-0001-7875-9314>

Resumo

Na construção civil, a tecnologia *Building Information Modelling* (BIM) permitiu que as disciplinas que compõem os projetos de construção, antes feitas de forma totalmente separada, passassem a ser projetadas de forma integrada em uma mesma ferramenta e, a partir disso, permitiu que se obtivesse retornos instantâneos para a melhoria dos projetos, maior agilidade e assertividade nos orçamentos. Dentro deste contexto, o presente estudo avaliou os impactos e destaques da ferramenta BIM na extração de quantitativos e elaboração do orçamento da obra por meio da modelagem de um empreendimento de pequeno porte, confrontando os dados obtidos com aqueles extraídos via ferramenta 2D. Realizou-se também um diagnóstico das maiores dispersões no custo na comparação das ferramentas para o agrupamento dos revestimentos, classificado entre os blocos de serviços mais impactantes no orçamento da edificação. Por meio da análise comparativa dos quantitativos extraídos por cada método, notou-se o destaque do subgrupo “reboco externo” que apresentou a maior dispersão e também o maior impacto no custo. Além disso, verificou-se os diferenciais da ferramenta 3D na concepção do orçamento, com destaque para a facilitação do processo de modelagem por meio das várias visualizações, a agilidade na extração dos quantitativos e a redução da ocorrência de erros no processo.

1. Introdução

A tecnologia *Building Information Modelling* (BIM) é descrita como uma ferramenta com grande potencial de otimização e assertividade do processo de orçamentação. A modelagem de informações na construção possibilita que a edificação seja “construída” virtualmente, antes do início da sua execução, viabilizando, assim, a realização de diversas análises e simulações à priori [1].

A utilização da ferramenta BIM tem se destacado no cenário atual da Construção Civil, uma vez que garante vários benefícios que vão da concepção dos projetos à fase de execução e no pós obra. Ela permite, por exemplo, a visualização 3D da construção, comunicação direta entre os projetistas e a verificação da compatibilidade entre os projetos. A extração de valores a partir da tecnologia BIM minimiza o tempo para tal, uma vez que os valores são obtidos e atualizados com facilidade conforme as alterações do projeto e exigindo quase nenhuma intervenção humana, ou seja, reduzindo consideravelmente os erros [2].

Além disso, com o mercado cada vez mais competitivo de um modo geral, assim como no setor da construção civil, faz-se necessário ter uma boa gestão do orçamento de obra para garantir a sobrevivência das empresas deste setor. Então, torna-se importante estimar de maneira cada vez mais precisa os quantitativos e os custos, a fim de se obter valores cada vez mais realistas [3].

Ainda, de acordo com Viana [3], esse processo de estimativa de custos deve ser realizado não só com uma maior precisão, mas em muitos casos de maneira rápida, pois o mercado normalmente não dispõe de meses para a execução de uma obra assim como para a elaboração de um orçamento. Portanto, a tecnologia BIM tem muito a contribuir, pois auxilia o profissional orçamentista na extração dos quantitativos e na elaboração do orçamento, garantindo maior agilidade, assertividade e confiabilidade.

Neste contexto, este estudo visa comparar os maiores impactos no custo pela análise dos quantitativos para orçamentos de obras, extraídos via método convencional – a partir do uso de ferramenta 2D – e por meio da tecnologia BIM para o grupo dos revestimentos de um edifício residencial de pequeno porte. Com isso, analisa a diferença dessa relação e compara a assertividade de cada método, evidenciando as dispersões e impactos no custo.

2. *Building Information Modelling*

O uso de ferramentas BIM tende a implicar em grandes mudanças no processo de desenvolvimento de projetos. Ao permitir a modelagem geométrica tridimensional, a ferramenta abre portas para a visualização do modelo sob diversos ângulos, fornece cortes e elevações de múltiplas localizações, facilita a interpretação de memoriais descritivos, fornece cálculos mais precisos [4].

Eastman *et al.* [5] destacam que o BIM possibilita a integração das ideias incentivando a colaboração além daquela envolvida nos desenhos e, como consequência, redistribui o tempo e esforços gastos pelos projetistas nas diferentes fases do projeto. Nesse sentido, Campestrini *et al.* [6] também fazem menção aos tipos de modelos BIM 3D, 4D, 5D, 6D, nD. Para cada dimensão, há certas informações que podem ser extraídas. De um modelo 3D, por exemplo, consegue-se o quantitativo e especificações de materiais, no 4D, é possível de se obter questões de prazo e cronograma e no 5D, consegue-se extrair informações atreladas aos custos. É válido notar que, com o aumento da dimensão de análise do modelo, cresce também o seu nível de complexidade assim como o número de dados que se consegue obter.

Além disso, é válido mencionar outros benefícios do seu uso como a interoperabilidade – caracterizada pela facilitação que múltiplos indivíduos e aplicações atuam no projeto –, a colaboração, a redução de erros pelo uso da detecção de interferências, o estudo da viabilidade do empreendimento a partir de modelos aproximados, a compatibilização dos diferentes projetos (como Arquitetura, Estrutural, Hidrossanitário e Elétrico), redução do desperdício, dentre muitos outros [5, 6].

2.1. Orçamentação e levantamento de quantitativos

Mattos [7] afirma que um dos fatores primordiais para se ter um resultado lucrativo e de sucesso, é ter um orçamento eficiente, principalmente, quando se pretende participar de concorrências públicas ou privadas. Cita que um orçamento de baixa qualidade tem altas chances de levar a problemas de custo e prazo. O autor acrescenta que o custo total de uma obra é igual ao custo de cada um dos serviços que a integram e, por mais cuidado que se tenha ao fazer um orçamento, ele não é completo caso exclua algum serviço. Ainda, afirma que o levantamento de quantitativos é uma das principais tarefas do orçamentista, caso o projetista não o tenha feito.

Em seu estudo, Carvalho *et al.* [8] apontam que 90% dos profissionais orçamentistas utilizam planilhas eletrônicas pelo menos de forma complementar ao processo de orçamentação e apenas cerca de 23% utilizam ferramentas BIM no processo. Além disso, os autores avaliam que mais de 40% das vezes não ocorre uma retroalimentação no processo de orçamentação, isto é, os desvios no orçamento e as causas dos desvios não são informados aos profissionais como forma de aprimoramento.

Por sua vez, Eastman *et al.* [5] atestam que todas as ferramentas BIM fornecem recursos para a extração de quantitativos de componentes, áreas e volumes de espaços, quantidades de materiais e esses dados são adequados para se ter estimativas aproximadas de custo. Os autores ressaltam que a extração das quantidades não substitui o processo de orçamentação em si, mas que os orçamentistas devem considerar o uso da tecnologia BIM para facilitar a trabalhosa tarefa de levantamento de quantitativos e também para poder visualizar e avaliar de forma rápida e otimizar preços.

Os autores [5] também citam três métodos principais que os orçamentistas podem utilizar no processo de orçamentação, uma vez que nenhuma ferramenta BIM tem

todas as funcionalidades de uma planilha eletrônica, são eles: exportar quantitativos de objetos da edificação para um *software* de orçamentação, conectar a ferramenta BIM diretamente ao *software* de orçamentação, usar uma ferramenta BIM de levantamento de quantitativos.

3. Metodologia

Para desenvolver este trabalho, adotou-se a modelagem como ferramenta metodológica. O caso em estudo diz respeito ao comparativo de custos do orçamento obtido via BIM e via método convencional de uma edificação de pequeno porte (158 metros quadrados) concebida em concreto armado, localizada na região Nordeste do estado de Minas Gerais (Brasil).

Na Figura 1 estão apresentados o primeiro e o segundo pavimentos da edificação, em planta, conforme o projeto executivo fornecido pela empresa.

Como ferramentas, foram utilizados o *software* Revit tanto para a modelagem quanto para a extração dos quantitativos do modelo e em seguida o *software* Excel para auxiliar na organização dos dados e desenvolvimento das análises. O orçamento utilizado como base de comparação foi fornecido pela empresa e foi feito com base na extração pelo AutoCAD.

É válido sublinhar que a empresa utilizou as ferramentas de medir do próprio AutoCAD para aferir perímetro e área, já os cálculos de volume foram feitos manualmente. Por sua vez, a modelagem em Revit foi realizada de forma que todas as informações de quantitativos pudessem ser extraídas das tabelas fornecidas pelo *software*, sem a necessidade de cálculos manuais. Os elementos modelados (Figura 2) foram estritamente os que estão contidos no orçamento fornecido pela empresa, de forma que a base de comparação fosse a mesma e que os resultados fossem assertivos. Ainda, na modelagem, buscou-se uma representação realística dos elementos, por exemplo, os revestimentos de piso e pintura não excederam os limites dos elementos de alvenaria, também com o intuito de obter resultados mais precisos.

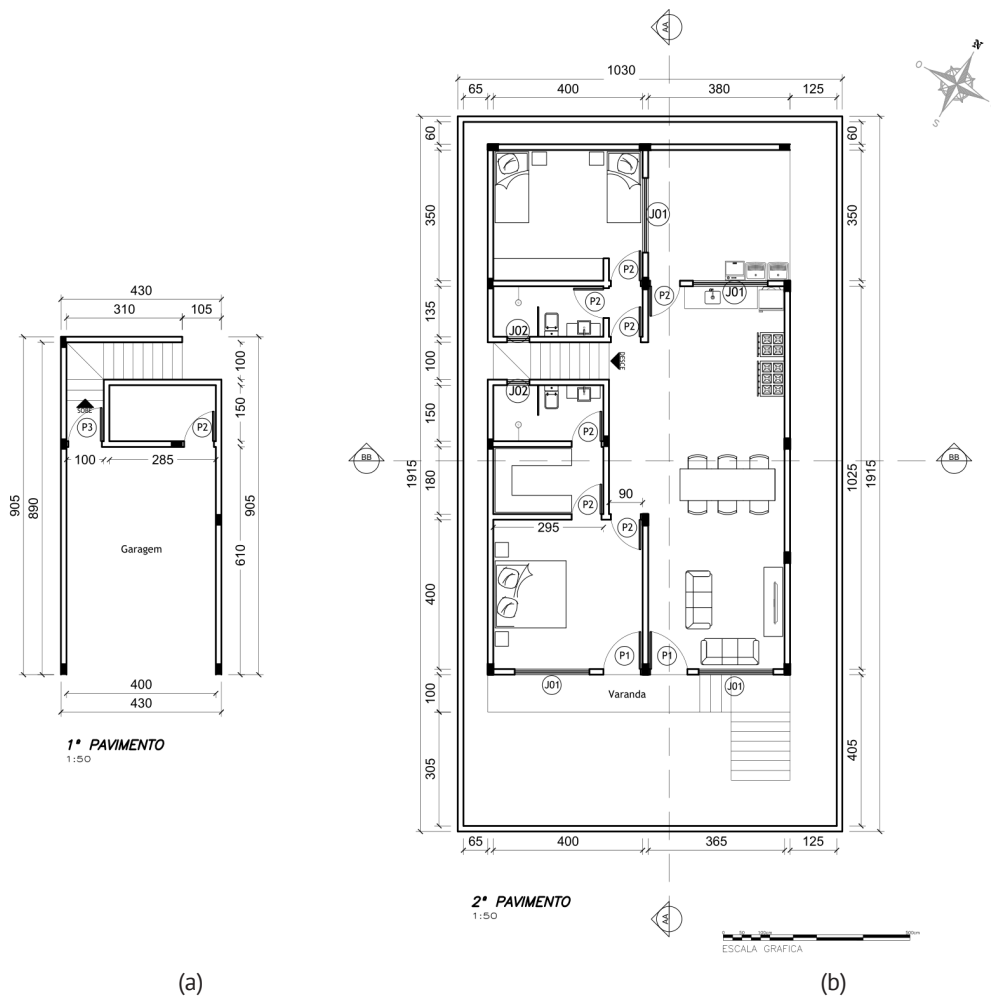


Figura 1
Planta da edificação. (a) Primeiro pavimento; (b) Segundo pavimento.

Fonte: Fornecida pela empresa (2020).

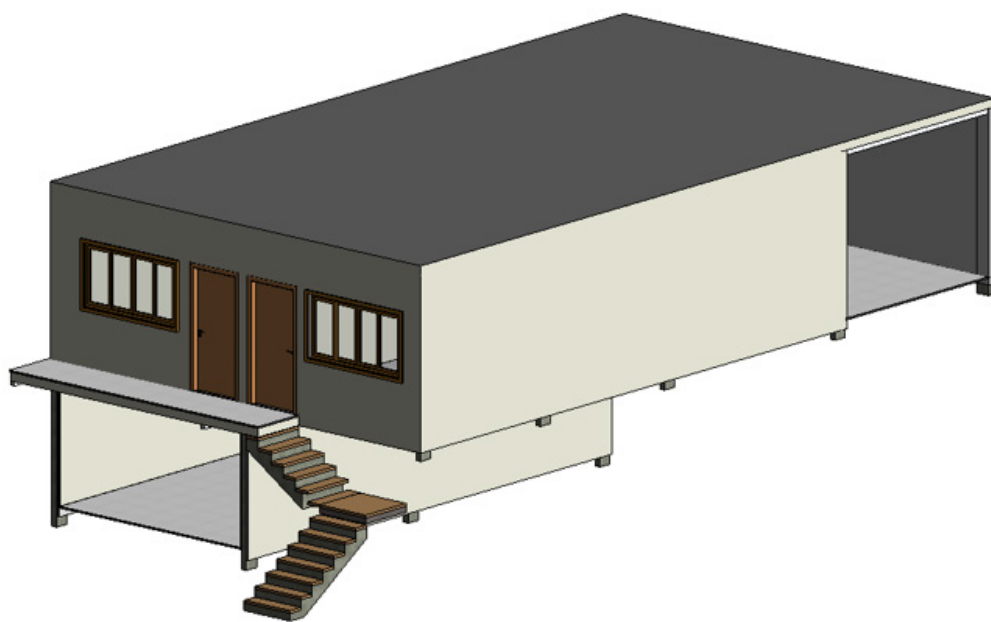


Figura 2
Modelagem arquitetônica em perspectiva 3D.

Fonte: Autor.

4. Resultados e discussão

Neste tópico, foi analisado o agrupamento dos revestimentos da edificação supracitada. Ele é composto por dois grupos:

- revestimentos de argamassa: contrapiso, chapisco, emboço e reboco externos e internos; e
- pintura e revestimento cerâmico: emassamento, cerâmica interna, pintura interna e externa e porcelanato.

É válido sublinhar que o agrupamento dos revestimentos representa uma parcela significativa do orçamento total da obra e possui o maior peso (27,4%), como é mostrado na Figura 3. Na Figura está representado o Diagrama de Pareto em que as barras esboçam o custo proporcional de todos os agrupamentos que compõem o projeto (em mil reais) e a linha representa o peso acumulado de cada um, por exemplo, 80,9% dos custos da obra correspondem aos agrupamentos: revestimentos, supraestrutura, hidrossanitário e elétrico, alvenarias, esquadrias e infraestrutura.

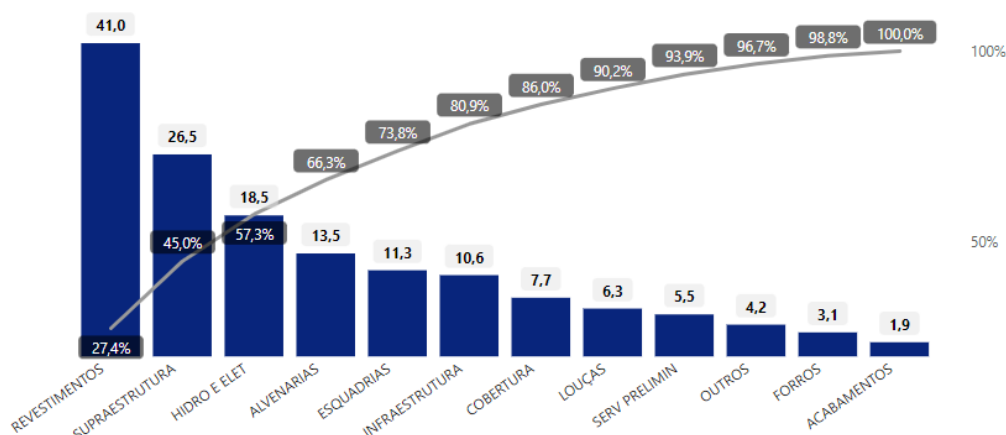


Figura 3
Diagrama de Pareto dos agrupamentos.

Fonte: Autor.

4.1. Revestimentos de argamassa

Os revestimentos de argamassa incluem o contrapiso, o chapisco, o emboço e o reboco tanto internos quanto externos, sendo todos medidos em unidades de área (metros quadrados, m²). Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para cada um. Para facilitar a visualização dos resultados, a diferença entre as quantidades e entre os valores (R\$) obtidos em cada método encontra-se sinalizada em vermelho, caso o que foi obtido no Revit seja inferior ao do AutoCAD e, em verde, caso contrário.

Nota-se pela Tabela 1 que o chapisco, o emboço e o reboco externos apresentaram uma redução nos quantitativos de 50,28% na extração via BIM com relação à convencional, no AutoCAD. Da mesma forma, os outros três componentes internos apresentaram igual aumento nos quantitativos, de 4,18%. Já a maior dispersão no orçamento refere-se à redução de R\$2.559,52 no valor planejado para o reboco externo.

Na Figura 4 é possível notar que o maior peso, em módulo, sobre a divergência total no custo foi devido também ao reboco externo, representando pouco mais de 46%.

Tabela 1

Desvios de quantitativos: revestimentos de argamassas.

Fonte: Autor.

	Qtde CAD	Qtde Revit	Custo CAD (R\$)	Custo Revit (R\$)
1.1 Argamassa				
1.1.1 Chapisco int (m²)	299,45	311,96	1.587,09	1.653,39
<i>Diferença</i>		<i>4,18%</i>		<i>66,30</i>
1.1.2 Chapisco ext (m²)	299,45	148,89	1.317,58	655,12
<i>Diferença</i>		<i>-50,28%</i>		<i>-662,46</i>
1.1.3 Emboço int (m²)	299,45	311,96	4.731,31	4.928,97
<i>Diferença</i>		<i>4,18%</i>		<i>197,66</i>
1.1.4 Emboço ext (m²)	299,45	148,89	2.754,94	1.369,79
<i>Diferença</i>		<i>-50,28%</i>		<i>-1.385,15</i>
1.1.5 Reboco int (m²)	299,45	311,96	5.090,65	5.303,32
<i>Diferença</i>		<i>4,18%</i>		<i>212,67</i>
1.1.6 Reboco ext (m²)	299,45	148,89	5.090,65	2.531,13
<i>Diferença</i>		<i>-50,28%</i>		<i>-2.559,52</i>
1.1.7 Contrapiso (m²)	158,15	137,16	3.060,20	2.654,05
<i>Diferença</i>		<i>-13,27%</i>		<i>-406,16</i>

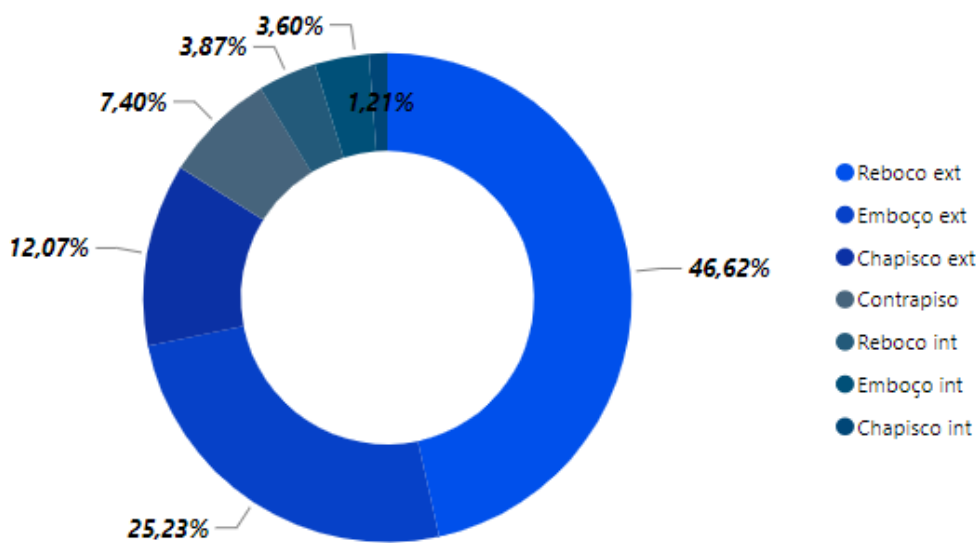


Figura 4

Impacto no custo para os revestimentos da argamassa.

Fonte: Autor.

4.2. Revestimentos de pintura e cerâmico

O emassamento, a cerâmica interna, as pinturas externa e interna e o porcelanato fazem parte dos revestimentos de pintura e cerâmico sendo todos também medidos em unidades de área (m²). Na Tabela 2 são apresentados os resultados, em que se pode observar que a pintura externa apresentou uma redução nos quantitativos de 50,28% na análise via BIM com relação à feita no AutoCAD. Ainda, é válido destacar que para a cerâmica interna, houve um aumento nas medidas de mais de 30%.

Avaliando o impacto direto no custo, a maior dispersão no orçamento ocorreu para o porcelanato e refere-se à uma redução de R\$1566,06 do valor planejado via AutoCAD. Essa dispersão no custo equivale a cerca de 46% das dispersões, em módulo, como pode ser observado na Figura 5. A pintura externa possui o segundo maior peso.

	Qtde CAD	Qtde Revit	Custo CAD (R\$)	Custo Revit (R\$)
1.2 Pintura e cerâmico				
1.2.1 Emassamento (m ²)	598,90	460,85	1.197,80	921,70
<i>Diferença</i>		<i>-23,05%</i>		<i>-276,10</i>
1.2.2 Cerâmica int (m ²)	34,50	45,40	1.369,65	1.802,38
<i>Diferença</i>		<i>31,59%</i>		<i>432,73</i>
1.2.3 Pintura int (m ²)	299,45	266,56	1.856,59	1.652,67
<i>Diferença</i>		<i>-10,98%</i>		<i>-203,92</i>
1.2.4 Pintura ext (m ²)	299,45	148,89	1.856,59	923,12
<i>Diferença</i>		<i>-50,28%</i>		<i>-933,47</i>
1.2.5 Porcelanato (m ²)	158,15	137,16	11.799,57	10.233,51
<i>Diferença</i>		<i>-13,27%</i>		<i>-1.566,06</i>

Tabela 2
Desvios de quantitativos: revestimentos de pintura e cerâmico.

Fonte: Autor.

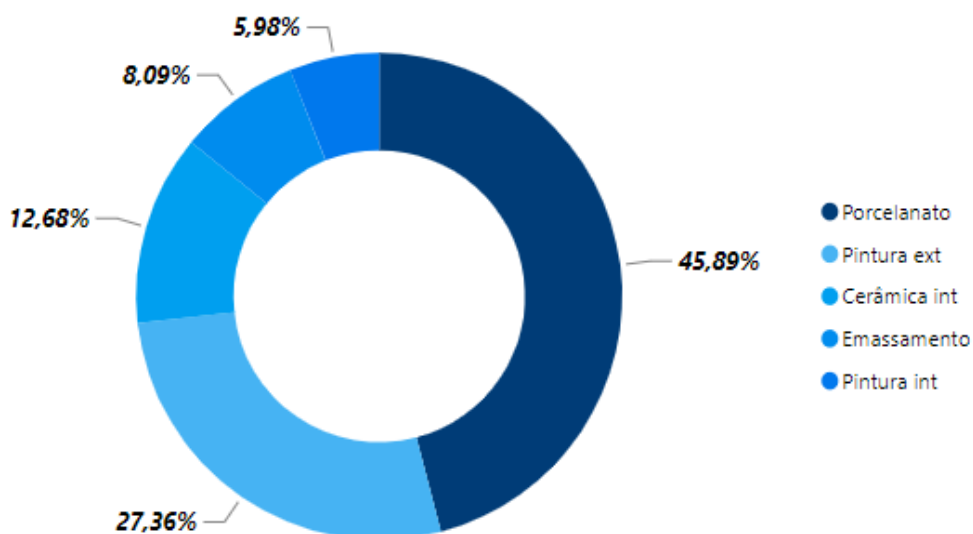


Figura 5
Impacto no custo para os revestimentos de pintura e cerâmico.

Fonte: Autor.

4.3. Análise global para os revestimentos

Além da análise específica para os tipos de revestimento, foi feita também uma análise global das dispersões e impactos no custo a fim de identificar os subgrupos que se destacam e que possuem maior tendência a afetar o orçamento dos revestimentos como um todo.

Pela interpretação da Figura 6, que representa o impacto da dispersão no custo para todos os subgrupos, em módulo, observa-se claramente que alguns se sobressaem

como o reboco externo (28,8%), o porcelanato (17,6%) e o emboço externo (15,6%). Por outro lado, há aqueles com menor peso, como o chapisco interno (0,7%).

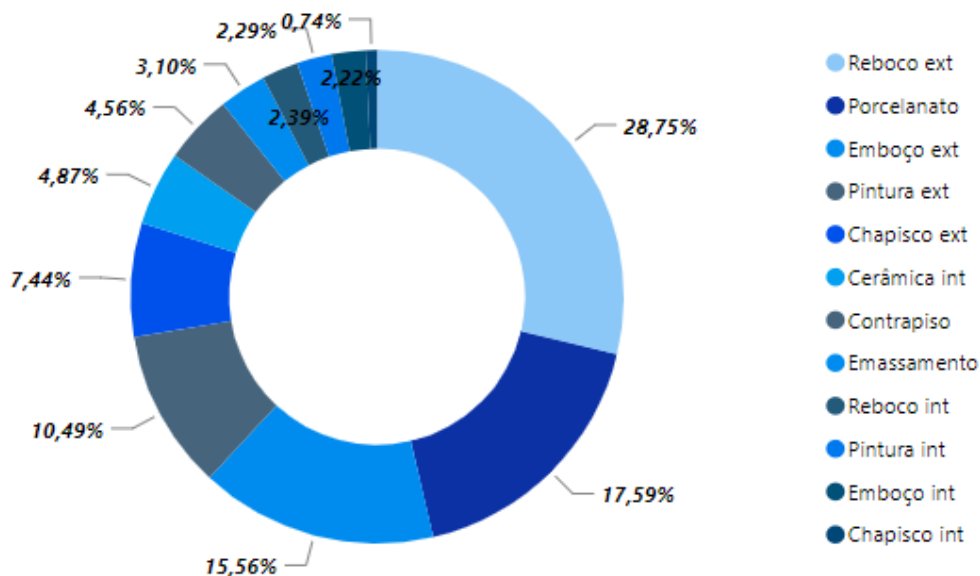


Figura 6

Impacto no custo para os revestimentos geral.

Fonte: Autor.

Ainda, com o intuito de avaliar ambas as variáveis – dispersão e impacto no custo – em conjunto, esboçou-se a Tabela 3 utilizando a formatação “escala de cores” no *software* Excel. A partir dessa formatação, as cores de cada célula das tabelas se distribuem de acordo com os dados, neste caso, as células com menores valores apresentam uma cor mais clara sendo que as células em cor mais escura, representam os maiores valores. A intenção foi facilitar as inferências na análise das duas colunas em conjunto, principalmente.

Pela análise da Tabela 3, é notório o destaque do subgrupo reboco externo representando o maior impacto – em tom mais escuro – em ambas as colunas da Tabela. Por sua vez, o chapisco interno apresentou tanto a menor dispersão como menor impacto no custo – em cor mais clara. É válido destacar o subgrupo do porcelanato, que apesar de não representar as maiores divergências, é o segundo grupo com maior impacto no custo.

	Divergência	Impacto no custo
Chapisco int	4,18%	0,74%
Chapisco ext	50,28%	7,44%
Emboço int	4,18%	2,22%
Emboço ext	50,28%	15,56%
Reboco int	4,18%	2,39%
Reboco ext	50,28%	28,75%
Contrapiso	13,27%	3,10%
Emassamento	23,05%	4,56%
Cerâmica int	31,59%	4,86%
Pintura int	10,98%	2,29%
Pintura ext	50,28%	10,49%
Porcelanato	13,27%	17,59%

Tabela 3

Análise conjunta da divergência e do impacto no custo.

Fonte: Autor.

Considerando-se a diferença entre a soma dos custos totais obtidos via AutoCAD com os extraídos pelo Revit para os revestimentos, tem-se uma diferença no custo de R\$7.083,49 que representa uma economia de cerca de 17%, como pode ser observado na Tabela 4.

	Custo CAD (R\$)	Custo Revit (R\$)
Custo total	41.712,62	34.629,13
Diferença		-7.083,49

Tabela 4

Diferença. geral para os revestimentos

Fonte: Autor.

Ainda, apesar de terem utilizado uma metodologia e foco diferentes em sua pesquisa, Barlish *et al.* [9] também encontraram uma redução de custo em seu estudo ao comparar a tecnologia BIM frente à outros métodos, considerado por eles como “não-BIM”. Os autores citam que o sucesso do BIM depende de muitos fatores como o tamanho do projeto, a proficiência e a comunicação da equipe dentre outros fatores externos.

5. Conclusões

Diante das análises dos resultados feitas nos tópicos anteriores, percebe-se que houve uma diferença considerável entre os quantitativos obtidos pelo método convencional, no AutoCAD, quando comparados aos obtidos por meio do Revit para os revestimentos.

A maior redução, comparando ambos os *softwares*, ocorreu em pelo menos quatro subgrupos do agrupamento dos revestimentos externos e chegou a 50,28%. Já considerando os casos nos quais o valor obtido pelo AutoCAD mostrou-se inferior ao do Revit, a maior diferença encontrada ocorreu para o revestimento cerâmico interno (31,59%). Os maiores impactos no custo pelas divergências são devidos ao subgrupo reboco externo seguido pelo porcelanato.

Além disso, com base na Tabela 1 e Tabela 2 do tópico 4, pode-se observar que foi encontrada pela empresa projetista, no AutoCAD, a mesma área para as partes interna e externa dos subgrupos: chapisco, emboço, reboco e pintura. Todavia, na comparação com os dados extraídos pelo Revit, notou-se que houve divergências negativas para os revestimentos externos e positivas para os internos, isso pode ter ocorrido devido ao provável equívoco cometido pela empresa ao considerar a mesma área para ambas as regiões, externas e internas.

Por fim, ter maior precisão no processo de extração de quantitativos e na orçamentação pode garantir o destaque necessário para uma dada empresa elaborar uma proposta mais competitiva e se destacar, o que é facilitado pelas ferramentas 3D. É pertinente que se tenha cuidado com a extração dos quantitativos principalmente em subgrupos mais sensíveis, em que pequenas variações implicam em grandes impactos no custo, como o subgrupo dos porcelanatos.

Referências

- [1] A. P. L. Santos; C. E. Antunes; G. B. Balbinot. “Levantamento de Quantitativos de Obras: Comparação entre o Método Tradicional e Experimentos em tecnologia”. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, Brasil, 2014.
- [2] M. M. Sakamori; S. Scheer, “Processo de extração de quantitativos de um modelo BIM 5D”. In: Congresso técnico científico da engenharia e da agronomia. Foz do Iguaçu, Brasil, 2016.
- [3] L. Viana. “Comparativo de custos dos sistemas construtivos wood frame e concreto armado para edifício utilizando BIM 5D”. 2020. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2020.
- [4] J. V. B. Protázio; R. M. Rêgo. “Estudo e avaliação de tecnologias bim para projeção em arquitetura, engenharia e construção”. IFPE, Recife, Pernambuco, Dez. 2012.
- [5] C. M. Eastman; P. Teicholz; R. Sacks; K. Liston. “Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores”. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho *et al.*; revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014 p.
- [6] T. F. Campestrini, *et al.* “Entendendo BIM”. Curitiba, Paraná, Brasil: 2015.
- [7] A. D. Mattos, “Como preparar orçamentos de obras”. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- [8] M. S. de Carvalho.; J. C. M. Pimentel. “Diagnóstico do processo de orçamento de obras no contexto brasileiro”. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 12., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. Pp. 1-8. Disponível

em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/642>. Acesso em: 28 nov. 2021.

- [9] K. Barlish.; K. Sullivan. "How to measure the benefits of BIM – A case study approach". *Automation in Construction*, Vol 24. Arizona State University, United States, Jul. 2012.