



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**COMPARATIVO DO LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS UTILIZANDO A
METODOLOGIA TRADICIONAL E A METODOLOGIA BIM**

Aluno: Luiz Felipe Guerreiro dos Reis Ferreira

Matrícula: 11421ECV033

Professor Orientador: Dogmar Antônio de
Souza Júnior

Uberlândia, 05 de Dezembro de 2019.

COMPARATIVO DO LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS UTILIZANDO A METODOLOGIA TRADICIONAL E A METODOLOGIA BIM

Quantitative survey comparison using the traditional method and the BIM

RESUMO: O setor da construção civil passa por um processo de avanço tecnológico acelerado, em que visando maiores lucros em seus empreendimentos, novas ferramentas que otimizam processos estão sendo cada vez mais requisitados. Dentre as novas tecnologias emergentes, o BIM vem ganhando visibilidade no mercado. Diante disso, este estudo apresenta como objetivo geral a comparação do tempo gasto ao realizar o levantamento quantitativo de um edifício residencial de 6 pavimentos por meio do método tradicional, que utiliza como base os desenhos 2D em CAD juntamente de planilhas Excel e pelo BIM, que pelo uso do Revit se obtêm os quantitativos de forma automática mas exige que se faça primeiro a modelagem do projeto. Foi averiguado, dessa forma, que a transição de metodologias de extração quantitativa promove ganho no quesito tempo investido no planejamento de projetos quando se pretende utilizar da tecnologia mais de uma vez, porém de maneira geral, é viável a adesão à tecnologia por promover a união de projetos gerando compatibilidade e visualização em 3D.

Palavras-Chave: BIM. Levantamento Quantitativo. Tempo. Revit.

Abstract: The construction sector is undergoing a process of accelerated technological advancement, in which, aiming at greater profits in its enterprises, new tools that optimize processes are being increasingly requested. Among the new emerging technologies, BIM has been gaining visibility in the market. Given this, this study presents as a general objective the comparison of the time spent to perform the quantitative survey of a 6-floor residential building using the traditional method, which uses 2D CAD drawings together with Excel spreadsheets and BIM, which by using Revit the quantitative values are obtained automatically but it requires first to do the project modeling. Thus, it was found that the transition from quantitative extraction methodologies promotes a gain in the time invested in project planning when one intends to use technology more than once, but in general, it is feasible to adhere to technology by promoting the union of projects generating compatibility and 3D visualization.

Keywords: Bim. Quantitative survey. Time. Revit.

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual do mercado da construção civil, cuja competitividade está cada vez mais acirrada, faz com que as empresas do ramo busquem permanentemente métodos de otimização do seu processo. Desse modo, ferramentas que possibilitam melhorias na eficiência são vitais para assegurar competitividade no seu campo de atuação.

De acordo com Ferreira (2018), o planejamento é um processo presente em várias fases do desenvolvimento do empreendimento, e, nas condições atuais de mercado, há uma baixa maturidade em gestão de projetos na construção civil quando se trata da implementação de tecnologias voltadas ao planejamento. Nesse sentido, com o advento do *Building Information Modeling* (BIM), a gestão de projetos deverá evoluir visto que o BIM possibilita a integração de todos os processos. Assim, permite simular a produção do edifício, desde as quantidades de materiais a comportamentos do uso da construção identificando possíveis problemas ao executar a obra ainda em fase de planejamento (FERREIRA, 2018).

De acordo com Catelani (2016), o BIM é a representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação, serve como um recurso de conhecimento compartilhado de informações sobre um determinado empreendimento que forma uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, desde o princípio.

O BIM, mais do que uma plataforma, é um conceito, o qual busca otimizar a gestão de projetos. O ponto fundamental do conceito BIM é a colaboração multidisciplinar que esse método fornece, pois permite uma total compatibilização dos projetos e que as informações de uma obra estejam consolidadas e integradas em uma mesma plataforma (RODRIGUES, 2019).

Para promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País, a Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, busca coordenar a estruturação do setor público para adoção do BIM, propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM, desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM, trazendo assim, um elevado grau de reconhecimento sobre a tecnologia, que, nas próximas décadas, será de fundamental relevância para profissionais da área de planejamento na construção civil (BRASIL, 2018).

Grandes contratantes de obras de infraestrutura como Petrobras, Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (Cedurp) e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), já começaram a exigir a utilização da plataforma BIM em suas licitações públicas. (RODRIGUES, 2019)

Quanto mais próximo da realidade o planejamento da obra estiver, maiores são as chances de sucesso do empreendimento. As tecnologias que utilizam BIM estão sintonizadas com essa realidade e por isso, empresas que adotam a metodologia BIM em seu processo de planejamento garantem maior precisão ao executar um projeto.

Um ponto interessante do BIM é a possibilidade de trabalhar com outros parâmetros, além dos usuais tais como espessura, comprimento e altura obtidos em projetos 2D com planta baixa e corte. No BIM, você pode incluir dados como materiais, custos, fabricante e outras propriedades que possam ser úteis ao projeto de construção.

A quantificação “automática e precisa” para levantamento de materiais e acabamentos é um dos argumentos mais usados para a implantação do BIM. Para um resultado satisfatório do uso do BIM no levantamento de materiais, é preciso saber a diferença entre os modelos que contêm apenas a ferramenta de visualização e os modelos que possuem características dos materiais previamente definidos, razão em que, no primeiro caso, o fator humano para definição do material a ser escolhido é suscetível a erros e imprecisões. Ao invés de ter que lidar com planilhas enormes, a utilização da metodologia BIM permite que as informações sejam extraídas de modo simples e possam ser atualizadas sem grandes dificuldades, aumentando a flexibilidade na concepção de um empreendimento. Em um exemplo prático, uma mudança de piso ou de acabamento de pintura demandaria mais tempo no método tradicional do que com o BIM. Isso dá mais liberdade para que diferentes materiais sejam testados, e as análises durante a orçamentação passam a ser mais detalhadas, gerando maior confiabilidade.

A extração de quantitativos automaticamente, já é um avanço considerável em relação ao método tradicional. Utilizando o BIM têm-se uma maior precisão nos quantitativos obtidos no modelo, como também, pela possibilidade de melhor intercâmbio de informações, simulação do planejamento, entre outros aspectos (EASTMAN *et al.*, 2014). Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar as vantagens e desvantagens das metodologias, tradicional e BIM, de extração dos quantitativos de uma obra. É necessário ressaltar que a validade do trabalho consiste no processo de transição da utilização de modelos em CAD para BIM.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 História

Antes do advento computacional, projetos eram realizados em pranchetas por meio de desenhos em papel. Tais desenhos são altamente redundantes pois sozinhos significam nada já que são necessários ao menos dois desenhos para caracterizar qualquer parte do arranjo da edificação e nesses, ao menos uma parte deve ser representada duas vezes e, somado a isso, qualquer mudança de projeto leva a alteração de vários desenhos, direcionando um enorme esforço para manter os desenhos consistentes (EASTMAN *et al.*, 1974). Para o levantamento dos quantitativos necessários para um projeto, eram utilizadas planilhas também preenchidas manualmente, baseadas em medições humanas do que era apresentado nos desenhos arquitetônicos fornecidos.

Os *Softwares* do tipo CAD (*Computer Aided Design* ou desenho auxiliado por computador) são sistemas computacionais que fornecem uma série de ferramentas para elaboração de desenhos técnicos. O software mais conhecido no Brasil é o AutoCAD, lançado em 1982, criado e comercializado pela Autodesk, Inc. O AutoCAD é utilizado principalmente para desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). As versões mais recentes disponibilizam recursos para visualização em diversos formatos. O *software* é bastante difundido no cenário da engenharia civil, arquitetura e *design*.

No princípio, o objetivo do AutoCAD era substituir a execução dos desenhos do manual físico para uma plotagem feita digitalmente, otimizando o tempo que empresas necessitavam para confecção de seus projetos. Assim como os desenhos foram

digitalizados, as planilhas quantitativas também foram digitalizadas poucos anos depois com o advento de programas computacionais, como por exemplo, o *Excel*.

Em 2002 a Autodesk apresentou o software Revit®, depois da aquisição do programa da empresa Charles River *Software*. É uma plataforma totalmente diferente do AutoCad pois diverge no código base e na estruturação de dados (BESEN, 2017).

O BDS (*building description system*, Sistema de descrição da construção) é o mais antigo exemplo do conceito que hoje se conhece como BIM onde incluiu noções atualmente bem experimentadas e difundidas, como por exemplo, a derivação de seções, planos, isométricos ou perspectivas com base em elementos previamente modelados, a correlação entre as alterações, realizadas automaticamente em todos os desenhos derivados, além da capacidade de fazer análise quantitativa direta, estimativas de custo, alimentação de um banco integrado de dados (EASTMAN *et al.*, 2008).

Ao comparar a elaboração de projetos com programas computacionais usando a metodologia BIM com a elaboração utilizando programas computacionais para projetos em 2D e 3D, nota-se significativas diferenças. Destaca-se o suporte para um processo de multidisciplinaridade que viabiliza o uso de trabalhos colaborativos, além de permitir ensaiar o ciclo de vida do empreendimento, desde o projeto, construção até gerenciamento da edificação (AUTODESK, 2019).

No fim de 1980, grandes empresas focadas na concepção de infraestruturas complexas e empreendimentos, criaram os modelos 4D, os quais reduzem os retardos gerados no cronograma que acarreta impacto negativo nos custos. A plataforma BIM possibilita que os elaboradores possam revisar, criar e modificar, de forma mais ágil com o 4D, o que gera a realização de cronogramas mais eficazes e confiáveis (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.2 Conceito BIM

Segundo Mattos (2014), programas computacionais em BIM possuem uma plataforma que permite carregar todas as informações necessárias para a gestão do projeto, da obra e de toda vida útil da edificação. Em função do nível de informações fornecidas aos elementos que compõem o projeto, e de acordo com Mattos (2014), o BIM pode ser definido em cinco dimensões:

BIM 3D: consiste na compatibilização dos projetos da obra em um mesmo ambiente virtual, em três dimensões aplicando todas as informações necessárias para caracterização e posicionamento espacial dos elementos com recursos *clash detection* (detecção de conflitos) que permite a análise de incompatibilidades dentro do modelo de projeto como exemplo pilar estrutural na mesma posição de esquadria.

BIM 4D: Nesta dimensão as informações do modelo são integradas cronograma da obra; ferramenta que permite ao gestor o acompanhamento do avanço físico da construção, inclusive com o registro da evolução da obra.

BIM 5D: Permite que seja agregado ao modelo a dimensão custo. Cada elemento do projeto é vinculado à dados de custo. É diretamente ligada à extração de quantitativos do projeto.

BIM 6D: Esta dimensão constitui a *facilities management* (gerenciamento do ciclo de vida da edificação; relacionando o controle de garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores, custos de operação, entre outros).

Outra classificação desenvolvida para classificar os projetos é *Level of Development* – LOD (ou nível de desenvolvimento) que é um parâmetro criado pelo AIA (*American Institute of Architects*, Instituto dos Arquitetos Estadunidenses) especificado na publicação “*Project Building Information Modeling Protocol Form*”, de 2013. O AIA (2013) diz que o LOD define e ilustra as características dos elementos do modelo de diferentes sistemas de construção em diferentes níveis de desenvolvimento. Essa articulação clara permite que os autores do modelo definam em que seus modelos podem ser confiáveis e permite que os usuários a jusante compreendam claramente a usabilidade e as limitações dos modelos que estão recebendo.

O objetivo da especificação publicada é ajudar a explicar a estrutura do LOD e padronizar seu uso, para que se torne mais útil como uma ferramenta de comunicação. Ele não prescreve quais níveis de desenvolvimento devem ser alcançados em que ponto do projeto, mas deixa a especificação da progressão do modelo para o usuário deste documento. O AIA (2013) acrescenta que para cumprir a intenção do documento, seus principais objetivos são:

- Ajudar as equipes, inclusive os proprietários, a especificar entregas BIM e obter uma imagem clara do que será incluído em uma entrega BIM
- Ajudar os gerentes de design a explicar a suas equipes as informações e os detalhes que precisam ser fornecidos em vários pontos do processo de design.
- Fornece um padrão que possa ser referenciado por contratos e planos de execução de BIM.

De acordo com a publicação da companhia britânica *Design Buildings* (2019), os níveis de desenvolvimento podem ser classificados como:

- LOD 100: O elemento pode ser representado graficamente no Modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não atende aos requisitos do LOD 200. Informações relacionadas ao Elemento do Modelo (ou seja, custo por metro quadrado, tonelage de HVAC, etc.) pode ser derivado de outros Elementos do Modelo;
- LOD 200: O elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou montagem genérico com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximados. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo;
- LOD 300: O elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou montagem específico em termos de quantidade, tamanho, forma, local e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo;
- LOD 400: O elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou montagem específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação, com informações detalhadas, de fabricação, montagem e instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo;
- LOD 500: O elemento é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos do modelo.

2.3 A dimensão 5D

A dimensão 5D é de extrema importância para este trabalho, visto que há um elo direto entre orçamentação e extração de quantitativos com a utilização de *softwares* BIM. A compreensão do nível de desenvolvimento associado à dimensão em que se está trabalhando definem-se essenciais para a gestão de projeto.

Barbosa (2014) diz que no processo tradicional, a extração das quantidades envolve selecionar individualmente cada elemento nos desenhos CAD e determinar as dimensões manualmente, além de introduzir essas quantidades na lista dos itens e materiais envolvidos no projeto. Este processo, além de um gasto substancial de tempo aos profissionais, apresenta resultados sujeitos a erros e omissões por se basearem em operações manuais.

Ao trabalhar com a plataforma BIM, na medida que a modelagem do projeto esteja concluída, a extração de listas de materiais e quantidades são retiradas automaticamente. Acrescenta-se que todas as ferramentas BIM possuem capacidades para extrair quantitativos de elementos, de áreas e volume, de espaços, de materiais, e descrever estes em qualquer fase ou estado do projeto (CAPIOTTI, 2015).

A utilização dos modelos BIM é uma valiosa ferramenta para o levantamento de quantitativos, no entanto, em hipótese alguma, substitui o trabalho de um orçamentista. Orçar exige tarefas muito mais complexas do que simples obtenção de quantitativos, exige avaliação crítica das condições particulares de cada empreendimento, que impactam de maneiras diferentes no custo do projeto (EASTMAN *et al.*, 2014).

3. METODOLOGIA

Para avaliar as vantagens e desvantagens das metodologias, tradicional e BIM, na extração dos quantitativos de uma obra foi realizada primeiramente uma ampla revisão bibliográfica acerca do estado da arte sobre a metodologia BIM e o programa computacional REVIT®. Em seguida, utilizou-se a metodologia tradicional para levantar o quantitativo de serviços a partir dos projetos, arquitetônico e estrutural, de uma obra de pequeno porte, anotando o tempo utilizado para cada parcial levantada. Finalizada esta etapa, modelou-se os projetos fornecidos em formato DWG utilizados na primeira etapa em um *software* com metodologia BIM, fornecendo todos os parâmetros necessários para a extração automática dos quantitativos da obra. Do mesmo modo que a etapa anterior, foi anotado o tempo gasto para realizar a modelagem e extrair os quantitativos. Por fim, fez-se a análise dos dados obtidos com o objetivo de estabelecer comparações entre os tempos gastos nas duas metodologias e esclarecer as vantagens e desvantagens de cada uma a partir do exemplo empregado.

3.1 Metodologia Tradicional

Para a extração de quantitativos utilizando o método tradicional, primeiramente foi determinado todas os tópicos os quais seriam feitos os levantamentos. Os tópicos são: arquitetônico e estrutural. A parcela referente ao arquitetônico foi subdividida em: vedação, revestimento horizontal, revestimento vertical, esquadrias, impermeabilização e cobertura. A parcela referente ao estrutural foi subdividido em concreto, aço, fôrmas, estes correspondentes a pilares, vigas e lajes do projeto.

As medições de área, volume e unidades foram feitas por meio do projeto fornecido em formato DWG com a utilização do *software* AutoCad. As planilhas quantitativas foram feitas manualmente utilizando o *Microsoft Office Excel*. No Quadro 1 apresenta-se os serviços e materiais cujos quantitativos foram levantados com as respectivas unidades de medição.

Quadro 1 – Serviços e materiais medidos na obra.

Material	Unidade
Chapisco/emboço	m ³
Bloco cerâmico	m ³
Tintas	m ³
Bloco concreto	m ³
Placa Cerâmica Cozinha	m ²
Azulejo	m ²
Piso Área Seca	m ²
Contra-Piso	m ³
Telha fibrocimento	m ²
Portas	Unidade
Janelas	Unidade
Concreto	m ³
Aço	kg
Fôrmas	m ²

Fonte: Autor (2019)

Nota-se que no Quadro 1 que a especificação dos itens é genérica em todos os aspectos, visto que não há diferenciação ainda de tipos de esquadrias, pisos das mais variadas locações e finalidades dos materiais estruturais (quantidade destinada a lajes, vigas e pilares). Ressalta-se que devido ao pouco tempo disponível para elaboração deste trabalho, ao grande detalhamento exigido pelo projeto e a ausência de determinados arquivos, alguns itens não foram trabalhados, como é o caso das fundações, instalações, peças, escada e a sacada dos apartamentos.

3.2 Metodologia BIM

Para extrair os quantitativos por meio de uma plataforma BIM, optou-se pela utilização do REVIT®. Neste *software*, primeiramente foi feito a modelagem do projeto. Para cada elemento de projeto, é necessário criá-lo e configurá-lo de acordo com o especificado no anteprojeto. Como exemplo, na Figura 2 mostra-se a configuração utilizada para parede de 20cm de espessura, em que ambas faces são referentes a ambientes internos e secos da residência.

Figura 2 – Parede duplamente interna seca

	Função	Material	Espessura
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000
2	Estrutura [1]	Tinta Branca	0.0100
3	Estrutura [1]	Chapisco/emboço	0.0200
4	Estrutura [1]	Tijolo, Comum	0.1400
5	Estrutura [1]	Chapisco/emboço	0.0200
6	Estrutura [1]	Tinta Branca	0.0100
7	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000

Fonte: Autor (2019)

Na Figura 3 ilustra-se uma vista do pavimento Tipo. Nota-se que as paredes externas, internas e com funcionalidades diferentes tais como cozinha, banheiro, área seca apresentam coloração diferente.

Figura 3 – Vista em perspectiva do pavimento Tipo

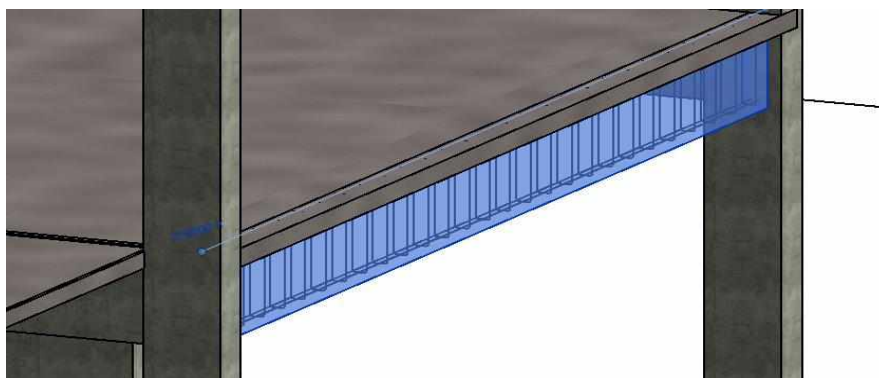


Fonte: Autor (2019)

Para a modelagem do projeto estrutural, foi utilizado a ferramenta “vínculo do REVIT” em que foi anexado o projeto arquitetônico como referência para a locação dos elementos estruturais. Diferentemente do modelo arquitetônico, a questão do tempo investido na criação de elementos é mínima visto que não há variabilidade de material além de aço e concreto, alterando apenas dimensões.

A modelagem de pilares comparado com vigas e lajes, para o autor, é considerada a mais trabalhosa para a situação analisada. Isto decorre do fato de que, para cada pilar, existem quatro configurações diferentes de armação variando ao longo da altura enquanto havia pouquíssimas vigas contínuas trabalhosas e nenhuma laje que gerou grau de dificuldade. Na Figura 5, mostra-se um exemplo de armação de viga.

Figura 5 –Viga modelada.



Fonte: Autor (2019)

Ao concluir a modelagem em BIM, utilizou-se a ferramenta de extração de tabelas contido no REVIT® para obter automaticamente as tabelas de quantitativos do projeto. Nesta extração, as tabelas geradas são fragmentadas para valores específicos de cada elemento de projeto, contendo todos seus materiais que são, posteriormente, exportadas no formato *.txt* e editadas no *Excel*. Na Figura 6 mostra-se parte da planilha referente as paredes do projeto.

Figura 6 – Detalhe da planilha com levantamento do quantitativo das paredes.

3613	Parede ex 7 m ²	1.06 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3614	Parede ex 7 m ²	1.06 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3615	Parede ex 23 m ²	3.39 m ³	Tijolo, Co	Parede básica: Parede ext cobertura	
3616	Parede ex 23 m ²	3.39 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3617	Parede ex 23 m ²	3.39 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3618	Parede ex 23 m ²	3.45 m ³	Tijolo, Co	Parede básica: Parede ext cobertura	
3619	Parede ex 23 m ²	3.45 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3620	Parede ex 23 m ²	3.45 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3621	Parede ex 22 m ²	3.25 m ³	Tijolo, Co	Parede básica: Parede ext cobertura	
3622	Parede ex 22 m ²	3.25 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3623	Parede ex 22 m ²	3.25 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3624	Parede ex 8 m ²	1.25 m ³	Tijolo, Co	Parede básica: Parede ext cobertura	
3625	Parede ex 8 m ²	1.25 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3626	Parede ex 8 m ²	1.25 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3627	Parede ex 20 m ²	2.99 m ³	Tijolo, Co	Parede básica: Parede ext cobertura	
3628	Parede ex 20 m ²	2.99 m ³	Chapisco/	Parede básica: Parede ext cobertura	
3629	Parede ex 20 m ²	2.99 m ³	Tinta Cinz	Parede básica: Parede ext cobertura	
3630					(Ctrl) ▾
3631					
3632					
...					

Fonte: Autor (2019)

Para facilitar a análise dos dados extraídos, utilizou-se a ferramenta de filtro com a finalidade de isolar um único material de um componente, além de incorporar a função de soma, para converter as centenas de células de cada material em uma só. Realizando o mesmo procedimento para todos os materiais, tem-se a tabela dos quantitativos exibida de forma mais compacta e direta.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Paredes

O resultado do levantamento dos quantitativos referentes as paredes da edificação, pelo método BIM, contemplam os subconjuntos de vedação, revestimento vertical e impermeabilização. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para o quantitativo das paredes nos dois métodos.

Tabela 1 – Resultados dos quantitativos de materiais e serviços para as paredes

Material/Serviço	Unidade	Quantitativo		Diferença (%)
		Tradicional	BIM	
Chapisco/emboço	m ³	237,8	243,7	2,51
Bloco cerâmico	m ³	436,2	443,0	1,54
Tinta Branca	m ³	43,4	46,8	7,26
Tinta Cinza Escuro	m ³	26,0	27,7	6,14
Tinta Cinza	m ³	25,0	26,3	4,94
Bloco concreto	m ³	116	118,3	1,94
Cerâmica Cozinha	m ²	973	985,0	1,22
Azulejo	m ²	1108	1129,0	1,86

Fonte: Autor (2019)

A diferença entre os valores encontrados ao comparar os materiais que compõem as paredes do projeto por meio dos dois métodos variam de 1,2% a 7,3%. O levantamento mais próximo foi dos blocos cerâmicos com diferença de 1,2% e o com maior variação foi a tinta branca, com 8%.

Ao analisar a questão do tempo, enquanto no método tradicional foi necessário um total de 3 horas e 15 minutos, na metodologia BIM foi preciso 3 horas e 30 minutos. Acrescenta-se que, para as paredes, foi necessário a maior variação de componentes em todo o projeto, já que há diversas combinações de ambientes secos, molhados, internos e externos com diferentes finalidades, necessitando de diferentes composições materiais.

4.2 Pisos

Os quantitativos obtidos para os pisos da edificação estão apresentados na Tabela 2. A variabilidade dos valores encontrados no levantamento quantitativo para os pisos foi significativamente menor que a paredes. A maior diferença foi 3,25% referente ao piso destinado a área molhada e para o piso destinado ao nível da caixa d'água, os valores são idênticos.

Diferentemente das paredes, a variedade de pisos é pouca, reduzindo bastante o impacto da criação de materiais no REVIT®, ou seja, no tempo necessário à modelagem. Com isso, pelo método tradicional precisou-se de 1 hora e 20 minutos, enquanto no REVIT® foi gasto 1 hora.

Tabela 2 – Levantamento materiais pisos

Serviço	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
Piso Área Seca	m ²	1567,3	1544,6	-1,47
Piso Área Molhada	m ²	398,4	385,2	-3,43
Piso cobertura	m ²	313,1	316,2	0,98
Piso caixa d'água	m ²	11,1	11,1	0,00
Contra-Piso	m ³	95,0	96,5	1,55

Fonte: Autor (2019)

4.3 Esquadrias

As esquadrias apresentaram o mesmo valor numérico em ambos modelos de levantamento quantitativo devido a unidade de medida que a categoria utiliza (quantidade de peças) ser de fácil controle. Um ponto interessante a se observar é que no método tradicional, o autor utilizou 23 minutos para contagem, já pelo BIM a modelagem dos diferentes tipos de portas e janelas junto sua correspondente locação na modelagem, foi necessário 1 hora e 50 minutos. Na Tabela 3 mostra-se as quantidades extraídas de cada tipo de esquadria presente no projeto, obtido pelo método BIM.

Tabela 3 – Resultado para o quantitativo das esquadrias

Material	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
PRF	Unidade	7	7	0
Porta 01	Unidade	49	49	0
Porta 02	Unidade	66	66	0
Porta 03	Unidade	75	75	0
Porta 04	Unidade	26	26	0
Porta 05	Unidade	1	1	0
Porta 06	Unidade	1	1	0
Porta 07	Unidade	1	1	0
Janela 01	Unidade	72	72	0
Janela 02	Unidade	27	27	0
Janela 03	Unidade	46	46	0
Janela 04	Unidade	12	12	0
Janela 05	Unidade	5	5	0
Janela 06	Unidade	1	1	0
Janela 07	Unidade	1	1	0
Janela 08	Unidade	1	1	0
Janela 13	Unidade	12	12	0

Fonte: Autor (2019)

É importante ressaltar que, embora o tempo gasto na metodologia BIM seja maior, uma vez parametrizados os elementos, quaisquer modificações no modelo construído no REVIT® será automaticamente atualizado em todo o projeto, inclusive na tabela de quantitativos.

4.4 Cobertura

Para a cobertura da edificação, foi levantado apenas o quantitativo referente as telhas de fibrocimento. Na Tabela 4 são mostrados os valores encontrados pelo método tradicional e pelo método BIM. Observa-se a presença de valores de áreas diferentes do telhado, cada uma dessas áreas representa uma água do projeto. Há diferenças em 2 destes valores. Essa diferença se dá pois, no projeto da cobertura em 2D, é contabilizado a área destinada a sacada, ausente no projeto arquitetônico, diferentemente do modelo 3D em que não foi modelada a área da sacada. Em relação ao tempo, foi necessário em ambos os métodos, 30 minutos para realização da extração quantitativa.

Tabela 4 – Resultado obtido para o quantitativo do telhado.

Material	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
Água 1	m ²	91	68	-33,8
Água 2	m ²	76	76	0
Água 3	m ²	12	12	0
Água 1o	m ²	91	68	-33,8
Água 2o	m ²	76	76	0

Fonte: Autor (2019)

4.5 Levantamento Estrutural

Na Tabela 5 apresenta-se os valores dos quantitativos obtidos pelo método BIM referente aos pilares. Nota-se que são muito próximos aos encontrados pelo método tradicional, sendo a maior diferenciação entre eles de 0,5% representado pelas fôrmas.

Tabela 5 – Resultado do levantamento de quantitativos para os pilares.

Material	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
Concreto	m ³	73,0	73,3	0,40
Aço CA-50 Φ8	kg	61,4	61,0	-0,65
Aço CA-50 Φ10	kg	3770,3	3746,5	-0,63
Aço CA-50 Φ12,5	kg	1512,0	1502,4	-0,63
Aço CA-50 Φ16	kg	3263,0	3244,1	-0,58
Aço CA-60 Φ5	kg	1944,3	1931,8	-0,64
Fôrma	m ²	1100,0	1049,9	-4,77

Fonte: Autor (2019)

Enquanto o método tradicional foi necessário 2 horas para realizar todo o levantamento dos quantitativos dos pilares, no método BIM utilizou-se 7 horas. Essa diferença de 350% entre os métodos é justificada pela complexidade do projeto. Para cada pilar, há quatro trechos com diferentes armaduras que, para serem modeladas adequadamente no REVIT®, exigem mais tempo. Importante ressaltar que o grau de detalhamento e a qualidade do modelo implicam diretamente nos valores gerados nas planilhas quantitativas, portanto trechos complexos necessitam de mais tempo para serem modelados. Os valores quantitativos obtidos para as vigas estão apresentados na Tabela 6. A diferença entre modelos, para as vigas, apresentou maior disparidade em comparação aos pilares.

Tabela 6 - Resultado do levantamento de quantitativos para as vigas.

Material	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
Concreto	m ³	40,0	43,5	8,05
Aço CA-50 Φ6,3	kg	227,6	210,7	-8,00
Aço CA-50 Φ8	kg	530,9	491,7	-7,97
Aço CA-50 Φ10	kg	723,7	670,2	-8,00
Aço CA-50 Φ12.5	kg	1118,8	1036,1	-7,98
Aço CA-50 Φ16	kg	757,4	701,5	-7,96
Aço CA-60 Φ5	kg	1362,5	1289,6	-5,65
Fôrma	m ²	1000,0	963,6	3,77

Fonte: Autor (2019)

Pelo método tradicional, os valores quantitativos foram extraídos em 2h enquanto, para o método BIM, 3 horas e 35 minutos. A diferença de 1 hora e 35 minutos, valor que representa uma diferença de 79% entre métodos é considerável, porém, ao comparar com a diferença entre os métodos para os pilares, nota-se melhorias para o método BIM.

Na Tabela 7 estão mostrados os valores quantitativos para as lajes.

Tabela 7 - Resultado do levantamento de quantitativos para as lajes.

Material	Unidade	Quantitativo		
		Tradicional	BIM	Diferença (%)
Concreto	m ³	208	199,5	-4,2
Aço CA-50 Φ10	kg	966,1	913,6	-5,7
Aço CA-60 Φ5	kg	3190,3	3016,8	-5,8
Aço CA-60 Φ6,4	kg	1664,1	1567,9	-6,1
Fôrma	m ²	2800	2670,1	-4,9

Fonte: Autor (2019)

As lajes no método tradicional foram quantificadas em 3 horas. Por meio do método BIM, foi necessário 3 horas e 25 minutos. O método BIM necessitou de 14% mais tempo que o método tradicional, sendo assim, entre os elementos estruturais, o que melhor apresentou proximidade no quesito tempo.

4.5 Outras considerações

Durante a realização deste trabalho, houve um problema a execução da modelagem estrutural fazendo com que se perdesse toda a parte arquitetônica. A partir disso, foi refeito a modelagem arquitetônica, que, na segunda vez, não foi necessário realizar a parametrização dos materiais, apenas a locação. Os tempos necessários para a realização da modelagem arquitetônica em que se possui uma base de materiais estabelecida em comparação com a modelagem sem os materiais previamente elaborados são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 – Comparativo entre modelagens (continua)

	Primeira Modelagem (minutos)	Segunda Modelagem (minutos)
Paredes	195	90
Pisos	80	62
Portas	60	15
Janelas	50	20
Cobertura	30	25
TOTAL:	415	212

Fonte: Autor (2019)

Nota-se que com a presença de uma biblioteca contendo os materiais que serão utilizados na modelagem, há uma redução significativa do tempo necessário para extração de quantitativos, neste caso, de aproximadamente 49%. Acrescenta-se que a segunda vez que foi feita a modelagem o tempo foi melhor que o método tradicional, enquanto a primeira não.

5. CONCLUSAO

A análise de um projeto é um processo de extrema importância e que, no Brasil, não há a disposição de tempo adequada por parte das empresas do ramo para esse processo. Dentre suas etapas, a extração de quantitativos para posterior orçamento pode ser critério determinante para inviabilizar uma obra.

Ao verificar os resultados obtidos para os quantitativos empregando a metodologia tradicional e a metodologia BIM, foi averiguado que não houve variabilidade significativa. Embora, qualquer variação seja suficiente para propagar erros ao orçamento.

Em relação a análise do tempo, a utilização da tecnologia BIM voltada a extração de quantitativos mostrou-se viável em situações em que já se possui uma biblioteca abundante de materiais prontos. No entanto, ressalta-se que não foi considerada nas análises o tempo gasto para projetar a edificação no CAD.

A utilização do REVIT® para modelagem dos projetos em BIM, além de possibilitar a compatibilização de vários projetos em um único modelo, aspecto que não foi abordado neste trabalho, apresentou vantagens em relação a otimização nos parâmetros de visualização e atualização dos modelos.

Nesse sentido, ao avaliar os benefícios que a utilização da tecnologia BIM promove, até mesmo a primeira modelagem, em que não havia uma biblioteca pronta, conclui-se por sua viabilidade em função de todas as vantagens que o modelo apresenta além do tempo necessário para a modelagem.

Como trabalhos futuros, sugere-se a análise do tempo da adaptação de desenhos/modelos e atualização dos quantitativos, em caso de alteração de projeto por meio do método tradicional e do BIM a fim de agregar mais uma etapa do planejamento ao estudo sobre BIM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIA – THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. Project Building Information Modeling Protocol Form. AIA Document G202 – 2013. 2013. Disponível em: <<https://www.aiacontracts.org/contract-documents/19016-project-bim-protocol>> Acesso 10> nov. 2019.

BARBOSA, A. C. M. A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático: Construção de uma ETAR na Argélia. 2014. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Superior em Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2014.

BESSEN, M.C. Modelagem inteligente (BIM) no processo de levantamento de quantitativos para orçamento de um projeto industrial. 2017. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

BRASIL. Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília: Câmara dos Deputados, [2018]. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>> Acesso em: 02 out. 2019.

CAPIOTTI, L.J. Vantagem do uso de modelagem BIM 4D e 5D no planejamento e controle da produção aplicado ao setor da construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CATELANI, W.S. Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM. Brasília: [s. n.], 2016. v. 1.

EASTMAN, C. An Outline of the Building Description System. Research report n 50. Pittsburgh, Institute of Physical Planning Set 1974. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>> Acesso em: 02 out. 2019.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, NJ: Wiley, c2008. 490 p. il. ISBN 9780470185285 (enc.).

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

FERREIRA, R. Uso do BIM e planejamento contribuem para a evolução da gestão de projetos. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/uso-do-bim-e->

planejamento-contribuem-para-a-evolucao-da-gestao-de-projetos_16963_3_0>. Acesso em: 19 nov. 2019.

Level of Detail for BIM. *Design buildings*, 2019. Disponível em: <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Level_of_detail_for_BIM> Acesso em: 10 out. 2019.

MATTOS, A.D. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. Pini: Engenharia de custos, São Paulo, p.[1-6],17 dez.2014.

RODRIGUES, R. G. Extração de quantitativos utilizando uma ferramenta BIM. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.