



## Análise comparativa entre orçamento BIM 5D e orçamento tradicional: um estudo de caso do Empreendimento Junção

**Willian José Soares, Flávia Costa de Mattos, Alessandra Buss Tessaro, Jorge Luiz Saes Bandeira, Jorge Luiz Oleinik Nunes**

Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Km 8 Avenida Itália Carreiros, Rio Grande - RS, 96203-900

willianjsoares@hotmail.com, flaviamattos@furg.br,  
alessandrabuss@gmail.com, Jorge-band@hotmail.com,  
jorgeoleinik@gmail.com

**Resumo.** Este estudo analisa o uso da tecnologia Building Information Modeling (BIM) para a extração de quantitativos em obras, comparando sua eficácia com o método tradicional. A utilização de quantitativos precisos é essencial para o sucesso de empreendimentos da construção civil, influenciando diretamente o planejamento, controle de custos e eficiência dos recursos empregados. A justificativa para este trabalho reside nas limitações do levantamento manual de quantitativos, frequentemente sujeito a imprecisões, e na crescente adoção do BIM como ferramenta para integração de processos no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A metodologia consistiu na modelagem paramétrica de uma obra real – o Empreendimento Junção, na cidade de Rio Grande – utilizando os softwares Autodesk Revit e Orçafascio, ambos em versão educacional. Os quantitativos extraídos foram confrontados com os levantamentos realizados de forma tradicional pela construtora. Os resultados demonstram que o BIM apresenta maior precisão nos quantitativos, destacando-se como uma solução eficaz para a redução de desperdícios e inconsistências nos processos de orçamento. Contudo, foram observadas dificuldades no fluxo de trabalho devido à falta de integração entre projetos e orçamentos, evidenciando a importância de um processo colaborativo no desenvolvimento de empreendimentos.

**Abstract.** This study analyzes the use of Building Information Modeling (BIM) technology for quantity extraction in construction projects, comparing its effectiveness with the traditional method. The use of accurate quantities is essential for the success of construction projects, directly influencing planning, cost control, and resource efficiency. The rationale for this research lies in the limitations of manual quantity surveying, which is often prone to inaccuracies, and the growing adoption of BIM as a tool for integrating processes in the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) sector. The methodology involved the parametric modeling of a real project—the Junção Development in the city of Rio Grande—using Autodesk Revit and Orçafascio software, both in educational versions. The extracted quantities were compared with those traditionally surveyed by the construction company. The results show that BIM provides greater accuracy in quantities, proving to be an effective solution for reducing waste and inconsistencies in budgeting processes. However, challenges in the workflow were identified due to a lack of integration between designs and budgets, highlighting the importance of a collaborative process in project development.



## 1. Introdução

A construção civil enfrenta desafios significativos relacionados à precisão e eficiência na gestão de projetos, especialmente na etapa de levantamento de quantitativos e orçamentação. Esses processos são fundamentais para o planejamento, controle de custos e execução de obras, mas, frequentemente, estão sujeitos a falhas quando realizados de maneira manual. Nesse contexto, a adoção de tecnologias como o *Building Information Modeling* (BIM) tem ganhado destaque (Latreille e Scheer, 2021).

O BIM é uma abordagem inovadora que integra informações gráficas e não gráficas em modelos paramétricos, permitindo maior controle sobre os processos de projeto, execução e operação de empreendimentos. Além de sua ampla aplicabilidade, o uso do BIM tem sido incentivado em nível global, com políticas públicas, como a Estratégia BIM BR no Brasil, promovendo sua implementação em obras públicas.

Este trabalho visa explorar a aplicação do BIM no levantamento de quantitativos e orçamentação, avaliando sua eficácia em comparação com métodos tradicionais. A partir de um estudo de caso do Empreendimento Junção, situado na cidade de Rio Grande, busca-se identificar as vantagens, limitações e impactos dessa tecnologia no setor da construção civil. A análise pretende contribuir para a compreensão das transformações proporcionadas pelo BIM e para o debate sobre sua inserção como ferramenta estratégica na gestão de projetos.

## 2. Referencial Bibliográfico

Knolseisen (2003) demonstra que as poucas empresas construtoras que utilizam algum tipo de orçamentação para obter o custo de empreendimentos, ainda não conseguem executá-lo de forma precisa quando comparado com o valor monetário orçado, ou seja, aquele custo inicialmente apresentado como valor total do empreendimento não consegue igualar-se ao valor gasto ao final da obra.

Devido à necessidade de uma gestão de custos eficiente, onde seja possível indicar a saúde financeira do negócio e analisar diversos cenários possíveis para uma mesma obra, com a obtenção de orçamentos de cada um deles, se chegou ao consenso da utilização do BIM para projetar. Ao mesmo tempo em que se constata a necessidade de utilização desse conceito moderno de modelagem de informações, governos de diversas nações ao redor do mundo, incluindo o Brasil, incentivam o uso da tecnologia BIM para geração de documentos em obras públicas, sendo, inclusive, obrigatório em algumas delas.

Segundo Santos (2012), a Modelagem da Informação da Construção é o processo de produção, uso e atualização de um modelo de informações da edificação durante todo o seu ciclo de vida. Esse modelo contém abundantes informações do projeto, ilustrando todas as disciplinas envolvidas. Diante disso, essa abordagem com um modelo BIM serve a inúmeros propósitos na construção, desde os estudos de viabilidade, passando pelo desenvolvimento do projeto, simulações, orçamentação, planejamento, controle, pré-fabricação, construção, visualização, colaboração, representação e registro, até a manutenção, reforma e, eventualmente, demolição da edificação.

Eastman et al. (2014) destaca que essas ferramentas ampliam largamente as capacidades do *Computer Aided Design* (CAD) atual por meio da habilidade de associar



informações do projeto a processos de negócio, como orçamento, previsão de vendas e operação do edifício.

Segundo Kassem e Amorim (2015) esses processos de negócio são norteados por um conceito de administração conhecido como Funções Administrativas, que compreendem cinco categorias: Planejamento, Organização, Direção, Coordenação e Controle. Enquanto no processo de projeto “clássico” imagina-se em 3D e representa-se em 2D, no projeto de BIM imagina-se em 3D e a representação é através de uma construção virtual comumente chamada de “modelo”.

Os autores complementam que, atualmente o BIM é percebido como um facilitador quando se fala em integração avançada dos processos de projeto e das partes interessadas, o que segue uma constante evolução de conceitos e tecnologias do BIM durante a última década. Dessa forma, o desempenho de partes importantes dos projetos como custos, tempo e desempenho ambiental, bem como a previsibilidade de resultados atingem patamares inéditos.

Eastman et al. (2014) explica que a natureza precisa e computável dos modelos BIM proporciona uma fonte mais confiável para proprietários realizarem quantitativas e estimativas, além de realimentações de custo mais rápidas para modificações nos projetos. Com essa abordagem, é possível realizar estudos ainda na etapa de projeto, propondo soluções que podem economizar recursos na obra e/ou otimizar o canteiro para uma maior agilidade nas etapas do projeto.

Percebe-se que o BIM implica em uma alteração radical do processo de projeto, que se reflete em uma determinada articulação de atores da estrutura produtiva local (Kassem e Amorim, 2015).

Kassem e Amorim (2015) afirmam em seus trabalhos que todos os países estudados já iniciaram o desenvolvimento de suas estratégias para implantação do BIM, sendo que alguns deles chegaram a concluir-las. Em países como Reino Unido e França, os objetivos do BIM são parte de uma estratégia de construção governamental. Outros como Finlândia, Noruega e Países Baixos, são objetivos autônomos impostos pelas principais organizações estatais. As normas e protocolos do BIM estão quase completos em todos os países, exceto França e Brasil, onde foram anunciadas recentemente. No caso do Brasil, existe uma estratégia de construção governamental que exige a adoção do BIM em obras públicas desde 2021.

Em 17 de maio de 2018, o Governo Federal instituiu, através do Decreto 9377 a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*. No seu primeiro artigo, o decreto versa:

“Fica instituída a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em *Building Information Modelling* - BIM e sua difusão no País (Brasil, 2018)”.

O referido decreto foi posteriormente revogado por outro, agora de número 9983, de 22 de agosto de 2019 (BRASIL, 2019). No dia 2 de abril de 2020, o Governo Federal novamente publicou um decreto sobre o assunto BIM, de número 10306, agora estabelecendo a utilização da tecnologia na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, quando realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública



federal, no âmbito da Estratégia Nacional de disseminação do *Building Information Modeling* – Estratégia BIM BR (Brasil, 2020).

É importante destacar o artigo terceiro, inciso quinto desse decreto onde é definido o modelo BIM como ‘base de dados fundamentada em objetos virtuais, que contém informações codificadas e incorpora seus relacionamentos, o que possibilita diversas visualizações, organizações e cálculos que integram informações gráficas e não gráficas (Brasil, 2020).

Ainda no decreto 10306/2020, no seu artigo quarto, são mencionadas as três fases de implementação do BIM no Brasil. A primeira fase está definida para começar em 1º de janeiro de 2021, a segunda fase em 1º de janeiro de 2024 e a terceira e última fase em 1º de janeiro de 2028, conforme mostrado na Figura 1.

Segundo o manual da Estratégia Nacional de Disseminação do *Buiding Information Modelling*, disponível no sítio eletrônico do Ministério da Economia, será estendido o uso do BIM nas compras públicas já na primeira fase, como forma de realizar projetos e orçamentos de obras públicas.

Na primeira fase, o foco será em projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Será proposta a exigência de elaboração os modelos que tratam das disciplinas de estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado, instalações elétricas, compatibilização de projetos, extração de quantitativos e a geração de documentos com informações extraídas desses modelos (Brasil, 2020).



**Figura 1 - Programa de implantação da Estratégia BIM BR (ABDI/MDIC, 2020)**

A segunda fase marca a aplicação do BIM na execução direta ou indireta dos projetos de arquitetura e engenharia e no gerenciamento de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Nesta fase, abrangerá, além dos usos previstos na primeira etapa, a orçamentação, o planejamento e controle de obras, além de informações como construído (*as-built*), para obras já executadas em BIM (Brasil, 2020).

Na terceira e última fase abrangerá todos os pontos abordados nas duas fases anteriores para obras novas, reformas, ampliações e reabilitações, e adicionará as componentes de gerenciamento e de manutenção do empreendimento, cujos projetos de

engenharia e arquitetura tenham sido gerados com aplicação do BIM (Brasil, 2020). Esse estágio seria a aplicação do BIM de forma plena, utilizando todas as suas sete dimensões.

As imprecisões e retrabalhos de projeto somada a imposição do Governo Federal ao uso do BIM em obras públicas, sem esquecer a pouca divulgação da tecnologia no meio acadêmico, motivaram a execução desse trabalho. A ideia principal é avaliar o uso da tecnologia BIM para geração de quantitativos de material de uma obra e posterior orçamentação, fazendo uma comparação entre sua eficácia e produtividade para o orçamentista ante ao uso do método tradicional de obtenção de orçamentos. Para uma demonstração do uso das ferramentas que compõem a tecnologia de forma que seja mais próxima da realidade, foi criado um modelo paramétrico de uma obra real localizada na cidade de Rio Grande, denominada Empreendimento Junção, que será a base para a elaboração deste trabalho.

O objetivo é analisar a precisão dos quantitativos de materiais e orçamento de projeto construído com base em um modelo virtual parametrizado de um prédio, em relação ao orçamento executado de maneira tradicional, comparando com o realizado no Empreendimento Junção.

### 3. Metodologia

A metodologia adotada para a realização deste trabalho foi a revisão bibliográfica aliada ao estudo de caso para corroborar o uso da tecnologia BIM. Foi criado um modelo paramétrico que contém as informações geométricas e não geométricas de um prédio padrão, construído no Empreendimento Junção, de onde foi extraído o quantitativo de materiais calculado pelo software. Após isso, foi elaborada uma planilha orçamentária considerando os custos diretos da obra, buscando a precisão dessa componente no orçamento.

O modelo paramétrico foi desenvolvido utilizando o software Autodesk Revit, permitindo a realização do estudo de caso da obra. A planilha orçamentária foi elaborada no software Orçafascio, com base nos dados das tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Sistema de Custo Referencial de Obras (SBC).

#### 3.1. Estudo de caso

O Empreendimento Junção é um condomínio de apartamentos populares que está sendo construído no bairro Junção, na cidade de Rio Grande. O empreendimento conta com 70 blocos de 16 apartamentos cada. As torres comportam quatro andares com quatro apartamentos. A figura 2 demonstra o empreendimento ainda na fase de construção.



**Figura 2 - Canteiro de Obras do Empreendimento Junção**

O projeto foi financiado em sua totalidade pelo Programa Minha Casa, Minha Vida Entidades, ligado à Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das cidades. O programa é voltado para famílias cuja renda bruta não ultrapasse mil e seiscentos reais mensais, conforme informações do site da Caixa Econômica Federal. A obra foi dividida entre quatro empresas: Cooparrio, Cooperlar, Uniperfil e Coopernova.

O método construtivo adotado pelas construtoras consiste em paredes autoportantes de concreto armado, as quais sustentam toda a infraestrutura da edificação. Segundo os engenheiros da obra, essas paredes não recebem as camadas usuais de chapisco, emboço e reboco, tendo apenas uma regularização dos desalinhamentos das fôrmas. Na Figura 3 é possível observar um bloco em fase de construção próxima do final.

O desenvolvimento deste trabalho se iniciou com a criação de um modelo paramétrico tridimensional no *software* Autodesk Revit, com o objetivo de contabilizar os itens utilizados na obra. Também foi utilizado o *software* Autodesk AutoCAD, para a abertura dos arquivos originais enviados pela Construtora Cooparrio, uma das quatro empresas envolvidas na obra. Para a organização dos serviços listados e geração de orçamento, foi utilizado o Orçafascio, programa de origem nacional. Todos os *softwares* foram utilizados em sua versão educacional.

O modelo foi elaborado num nível de detalhe LOD 300, que se mostrou suficiente para o objetivo do trabalho. Não foi modelado o terreno para evitar que os arquivos ficassesem pesados e por não ser necessário na contabilização dos itens.



**Figura 3 - Bloco de apartamentos em fase avançada de acabamento**

Foi elaborado um modelo paramétrico para cada disciplina abordada, as quais foram: Arquitetura, Estrutura, Elétrica e Hidrossanitário. Não foi realizada a modelagem da infraestrutura de arruamentos e estacionamento do condomínio, tendo o trabalho sido limitado à análise de uma única torre.

Para melhor identificar os itens do projeto, a torre foi subdividida em Fundação, Pavimento Térreo, Pavimento Tipo, Pavimento Superior e Cobertura. Essa subdivisão facilitou a modelagem de algumas particularidades de cada andar. Posteriormente, esses pavimentos foram unificados num arquivo chamado Modelo Federado, que contém todas as disciplinas e sistemas presentes no prédio, conforme ilustra a Figura 4.



**Figura 4 - Modelo federado dos projetos**

A unificação dos projetos foi realizada por meio de links entre os arquivos, que se mostra uma grande vantagem do BIM em relação ao trabalho em CAD convencional. Aqui nessa etapa já foi possível verificar, de forma puramente visual, as possíveis interferências entre uma disciplina e outra. Não é o foco deste trabalho fazer o “*clash detection*”, mas o fluxo de trabalho BIM nessa etapa permite essa verificação, mesmo que de forma bastante superficial.

Na Figura 5, é possível identificar os vínculos carregados no arquivo federado onde se encontram todos os andares unificados. Num primeiro momento, foi realizado apenas o projeto arquitetônico. Dessa forma, todos os arquivos que aparecem no modelo, contém apenas os projetos arquitetônicos de seus respectivos pavimentos.

Gerenciar vínculos						
Revit - IFC - Hierarchy-CAB - Pavimento-0001 - Níveis de corte - Traçado-A						
Nome do vínculo	Status	Tipo de referência	Possível novo valor	Carregar para	Tipo de comando	Frequência
IAC1 - Móveis Juncão - 1 - FundoRelativo	Carregado	Retorno		IAC1 - Móveis Juncão - 1 - FundoRelativo		
IAC1 - Móveis Juncão - 2 - BaseRel	Carregado	Retorno		IAC1 - Móveis Juncão - 2 - BaseRelativo		
IAC1 - Móveis Juncão - 3 - Pav.Tijolos	Carregado	Retorno		IAC1 - Móveis Juncão - 3 - Pav.Tijolos		
IAC1 - Móveis Juncão - 4 - Pav.Superficie	Carregado	Retorno		IAC1 - Móveis Juncão - 4 - Pav.Superficie		
IAC1 - Móveis Juncão - 5 - Colaborador	Carregado	Retorno		IAC1 - Móveis Juncão - 5 - Colaborador		

**Figura 5 - Vínculos no Revit**

Com essa organização no modelo paramétrico, foi elaborado o orçamento no software Orçafascio, tendo como ponto de partida a metodologia de orçamento operacional. Nessa metodologia, as operações necessárias para realização de determinado serviço foram enumeradas e definidas de acordo com serviços presentes nas composições dos bancos de dados do Orçafascio.

O objetivo foi organizar todo o orçamento no Orçafascio pela facilidade de integração com o Revit para a extração de quantitativos. Dessa forma, o processo de projeto evita retrabalhos em caso de alteração de algum elemento.

### 3.1.1. Modelagem do prédio

#### 3.1.1.1. Utilização dos arquivos base do projeto real

Para dar início à modelagem no Revit, a empresa Cooparroio disponibilizou seus projetos Arquitetônico, Estrutural, Elétrico e Hidrossanitário nos formatos .dwg e .pdf, além de modelos tridimensionais concebidos no software Sketchup, mas apenas como maquete.

Aproveitando a excelente comunicação entre os arquivos de AutoCAD e Revit, foram importados para dentro do Revit os arquivos em formato .dwg, sendo utilizadas as referências de linha do projeto original da empresa Cooparroio para modelar o prédio. Esse processo conferiu ao modelo paramétrico as medidas exatas adotadas no projeto original.

Na figura 6, é possível se observar a integração do arquivo .dwg no ambiente do Revit. As informações e desenhos em linhas coloridas vêm do arquivo em AutoCAD, ao passo que os elementos acinzentados fazem parte da modelagem no Revit. A integração entre ambos os softwares permite que o Revit entenda que determinado distanciamento entre duas linhas se trata de uma parede, e insere um eixo de referência para facilitar o trabalho de modelagem.

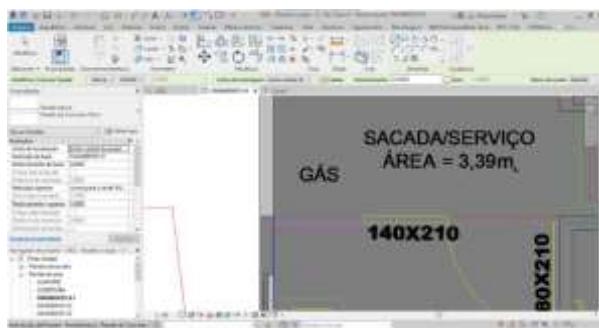


Figura 6 - Sobreposição CAD e Revit

#### 3.1.1.2. As famílias de objetos

Dentro do Revit, foi necessário modelar algumas famílias de objetos para dar prosseguimento no projeto. A família de paredes foi modelada a partir de um modelo genérico já disponibilizado no programa, modificando-se o material que a compõe e sua espessura. Isso também foi feito para os pisos.

As esquadrias foram aproveitadas de famílias utilizada pela empresa Contier Arquitetura em projetos para o programa Minha Casa, Minha Vida. Essas famílias estão disponíveis no site do escritório de forma gratuita, de modo que não foi necessário se preocupar com direitos de uso. As alterações mais pontuais nessas famílias foram nas dimensões da esquadria e peitoril, quando necessário.

As famílias de elétrica foram obtidas também de *template* gratuito disponibilizado pelo canal Rafael Ferrera, na plataforma YouTube. Alguns parâmetros tiveram que ser modificados para se adequarem ao projeto em questão, tais como tensão e potência dos pontos elétricos, além da configuração das fases que chegam no quadro de distribuição.

Isso foi feito para discriminar os itens na planilha de quantidades, muito embora essas alterações já caracterizem uma atividade de projeto elétrico, o que foge o escopo do

trabalho. No entanto, essas configurações se fazem necessárias para organização dos quantitativos no *template*.

Para o desenvolvimento do projeto hidrossanitário, foram utilizadas famílias de objetos disponibilizadas por fabricantes, bem como aquelas desenvolvidas por outras empresas do setor. Todas foram obtidas gratuitamente nos sites dos respectivos fornecedores.

As famílias de hidrossanitário foram as únicas em todo o projeto que não precisaram de ajustes, pois o fabricante as entrega exatamente com as mesmas medidas dos produtos que comercializam. O *template* utilizado, desenvolvido durante um curso do software Revit, precisou de pouquíssima intervenção para se adequar ao projeto, pois as famílias vieram bem configuradas para praticamente todas as vistas. E o *template* já foi criado pensando na obtenção de quantitativos.

### 3.1.1.3. Projeto arquitetônico

Após as configurações das famílias para adequá-las ao projeto, se iniciou a modelagem do projeto arquitetônico, que viria a ser usado de base para todos os outros projetos complementares. A modelagem das paredes foi a primeira etapa, seguindo o perímetro definido no arquivo .dwg disponibilizado pela construtora.

Foi criado o modelo de um apartamento do Térreo e a área de uso comum, onde contém as escadas para acesso aos andares superiores. A modelagem seguiu a seguinte ordem: paredes, esquadrias e pisos. Todos os elementos tiveram seus materiais e dimensões adequadas ao projeto, com exceção das esquadrias, que tiveram apenas as dimensões alteradas. O modelo do Pavimento Térreo está ilustrado na Figura 7.



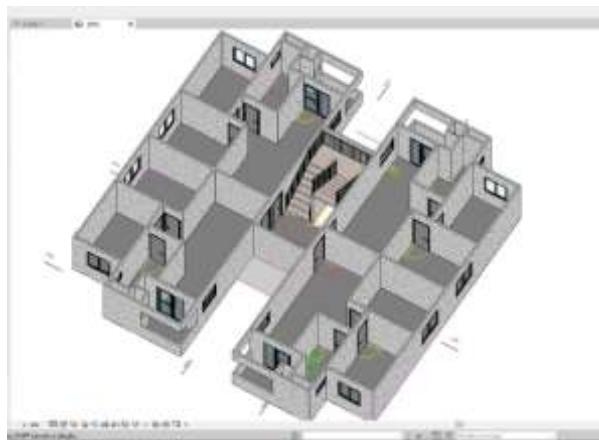
**Figura 7 - Pavimento Térreo**

O método construtivo adotado pela obra não contempla as camadas usuais de chapisco, emboço e reboco. Porém, foi relatado que fazem correções nos frequentes desalinhamentos que acontecem com as formas do sistema construtivo. Dessa forma, a parede modelada será apenas uma camada de concreto, sem as divisões que seriam possíveis de se fazer no Revit.

Após esse processo, que resultou em um apartamento pronto, foi utilizado o comando “espelhar” para replicar os outros quatro apartamentos do mesmo andar aproveitando que há simetria no prédio. Assim, o projeto arquitetônico do andar térreo ficou finalizado.

O Pavimento Tipo, que corresponde aos segundo e terceiro andar, foi a segunda modelagem a ser feita. Houve uma necessidade de alterar a área de lavanderia, que não

conta com janelas nos andares superiores, além da adição de uma porta e janela. Mas, diferente do primeiro pavimento, não houve a necessidade de se modelar tudo novamente. Apenas foi realizada uma cópia do arquivo anterior e feita essa modificação na lavanderia. Na Figura 8 é possível notar as alterações realizadas na área de lavanderia e o arquivo .dwg que foi utilizado como base no Pavimento Tipo.



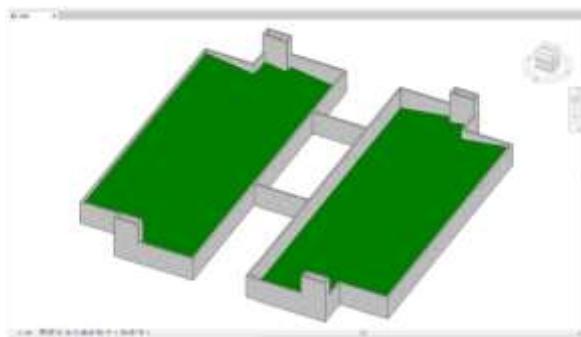
**Figura 8 - Pavimento Tipo**

No Pavimento Superior, houve a necessidade de fazer mais uma alteração no modelo, pois existe o término da escada, além da escada de marinheiro que permite acesso ao terraço das antenas. Mais uma vez, foi feita uma cópia do modelo do Pavimento Tipo e realizada as devidas alterações. Essas alterações estão ilustradas na Figura 9.



**Figura 9 - Pavimento Superior**

A última modelagem do Projeto Arquitetônico realizada foi a Cobertura, que conta com o terraço das antenas, o telhado e as chaminés das churrasqueiras. Esse pavimento teve que ser modelado do zero, tendo como base apenas o perímetro do prédio. A figura 10 demonstra o telhado e a área reservada para as antenas.

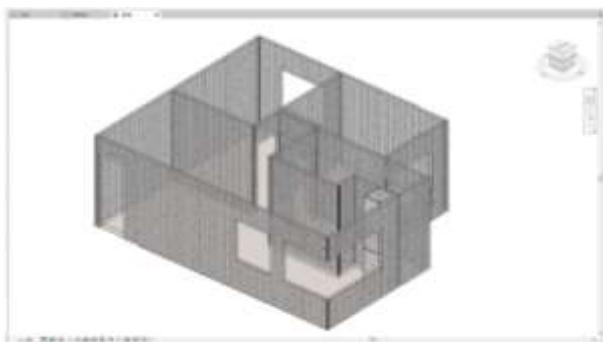


**Figura 10 - Pavimento Cobertura**

### 3.1.1.4. Projeto estrutural

O método construtivo dos prédios do Empreendimento Junção consiste em paredes autoportantes de concreto que sustentam toda a infraestrutura da construção.

Para viabilizar esse método, que conta com paredes com 10 centímetros de espessura, os projetistas previram telas de aço nas paredes. Segundo o projeto disponibilizado foram utilizadas basicamente as telas Q-138 e Q-92 nas paredes e a tela Q-196 nos pisos. Também houve reforços no entorno de portas e janelas. Na figura 11 é possível observar a disposição das ferragens no interior das paredes.



**Figura 11 - Ferragens nas paredes de um apartamento**

A grande maioria das ferragens utilizadas nas paredes foram Q-138, que segundo o catálogo de uma fabricante, possui  $2,2 \text{ kg/m}^2$ . No Revit é possível determinar as barras que fazem parte da parede estrutural, e aproveitando essa funcionalidade, se determinou que as barras horizontais e verticais dos painéis de parede tivessem 4,2 mm de diâmetro, que corresponde às medidas da malha Q-138, e que tem peso de  $0,109 \text{ kg/m}$ . Também foi definido o espaçamento nas duas direções em 100 mm, conforme especificações do fabricante. Com essas informações, o Revit calcula o comprimento de barra utilizado no projeto, bastando apenas colocar as malhas onde elas foram previstas. Assim, ficou definido o peso em quilos de ferragem utilizada no prédio, pois foi criado um parâmetro multiplicador que relaciona o peso definido pelo fabricante com o comprimento obtido no projeto.

Após a modelagem de um apartamento, foi utilizado o recurso de espelhar no Revit para se obter os outros três apartamentos. Então se seguiu com o detalhe da área comum, e para concluir, o pavimento obtido foi replicado para os andares seguintes. Com

a estrutura pronta, o Revit calcula diretamente a quantidade de ferros utilizados em uma torre.

### 3.1.1.5. Projeto elétrico

No projeto elétrico, foi feito um link com um arquivo de um único apartamento e modelada toda a elétrica. Primeiro foram inseridas as caixas de tomada e definidas suas alturas. Posteriormente foram inseridos os interruptores e por fim as caixas elétricas no teto.

Os eletrodutos foram modelados de acordo com a disposição no projeto elétrico original em .dwg. Porém, é possível que haja diferenças entre o efetivamente realizado, principalmente no que tange aos caminhos adotados durante a construção. Na figura 12 é possível observar a disposição dos eletrodutos, caixas elétricas e do quadro geral de distribuição, respeitando os caminhos adotados no projeto cedido pela construtora.

Nesse projeto, alguns ajustes foram necessários, devido à imprecisão do arquivo em .dwg. Algumas tomadas ficaram originalmente em locais impossíveis de se descer um eletroduto, pois havia janelas. Isso aconteceu na lavanderia, especificamente.

Além disso, as medidas originais das paredes presentes no projeto elétrico não coincidiam com as medidas do arquitetônico, ficando evidente as imprecisões geradas por arquivos trabalhados de forma separada e sem vínculos entre si, no formato .dwg.

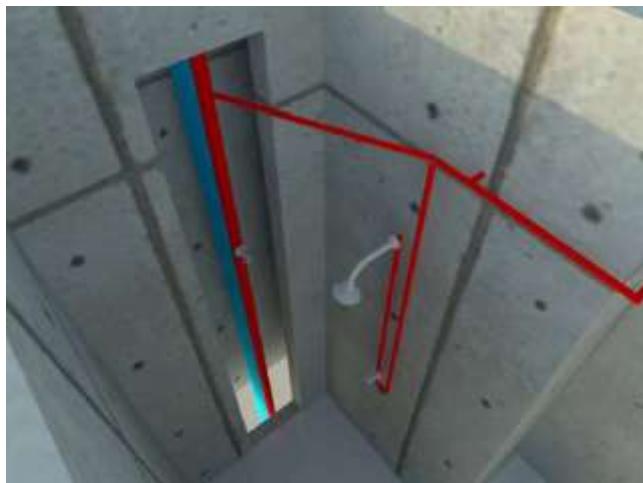


Figura 12 - Modelagem de Projeto Elétrico

### 3.1.1.6. Projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário, que engloba água fria e esgoto, foi o que conteve menos elementos, pois abrange apenas as áreas molhadas do prédio. Essas áreas são bem próximas, contemplando cozinha, lavanderia e banheiro.

O *shaft* fica no banheiro, na parede onde está o chuveiro. Há uma discrepância entre o projeto em .dwg e as ilustrações desenvolvidas no software Google Sketchup, disponibilizadas pela empresa Cooparroio. Além do traçado do encanamento seguir um caminho distinto do apresentado no projeto .dwg, o chuveiro está numa parede diferente. Esses detalhes, apesar de pequenos, podem influenciar no quantitativo de material. A figura 13, ilustra essa discrepancia.



**Figura 13 - Visão 3D desenvolvida pela construtora**

As famílias utilizadas no projeto são meramente ilustrativas, não significando que foi exatamente aquele modelo de vaso sanitário ou de lavatório que foi utilizado na obra. Para fins de quantificação, não há problema em utilizar equipamentos de marcas diferentes. Houve uma dificuldade em realizar o traçado da tubulação de esgoto que foi desenvolvido em projeto. Ocorre que o Revit tem um sistema automático para colocar joelhos, curvas e junções conforme o trajeto realizado, respeitando as peças que foram configuradas. Segundo o software, não havia espaço suficiente para fazer aquele trajeto.

### 3.1.2. Extração de quantitativos

No Revit, é possível criar tabelas que demonstram informações sobre os elementos utilizados no projeto, lendo os parâmetros desses elementos. Essas tabelas são customizáveis, podendo o usuário do programa apenas ler os parâmetros de determinado objeto, ou ainda utilizar esses parâmetros em uma fórmula matemática dentro do próprio Revit, criando um parâmetro calculado para obter outros resultados.

Aproveitando essas informações que são intrínsecas aos objetos, se extraiu a área de paredes, área de piso, quantidade de portas e janelas, dentre outras quantidades relevantes. Com esses valores, foi criada uma tabela no *software* Revit, que contém parâmetros de tipo e parâmetros calculados.

Então foi possível calcular, com elevada precisão, os volumes de concreto utilizados nas paredes e pisos, além da área de pintura e área de ferragem. Na disciplina de elétrica foi levantado o quantitativo em metros lineares dos eletrodutos corrugados, além de número de tomadas, pontos de iluminação no teto e interruptores. Esses valores foram lidos utilizando o *plug-in* da Orçafascio dentro do Revit, com o objetivo de enviar esses valores para as planilhas de orçamento.

#### 3.1.2.1. Quantitativos de projeto estrutural e fundações

Para as vigas baldrame e blocos de coroamento foi calculado um volume de concreto no Revit e comparado com o volume estimado pela construtora. No modelo paramétrico se obteve para vigas baldrame um volume de 14,88 m<sup>3</sup>, e um volume de 4,38 m<sup>3</sup> para os blocos de coroamento. Esses resultados podem ser visualizados nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 – Volume de concreto nas vigas baldrame**

<b>&lt;MATERIAL – VIGA ESTRUTURAL&gt;</b>			
A	B	C	D
Marca	Tipos 20x40	Material: Área 232,48m <sup>2</sup>	Material: Volume 14,88 m <sup>3</sup>
Total geral: 47		232,48m <sup>2</sup>	14,88 m <sup>3</sup>

**Tabela 2 – Volume de concreto nos blocos de coroamento e nos pilares**

<b>&lt;MATERIAL – VIGA ESTRUTURAL&gt;</b>				
A	B	C	D	E
Nome	Tipos 50x50 Ø32cm	Quantidade 72 72	Área da forma 70m <sup>2</sup> 433,49m <sup>2</sup>	Volume total 4,38m <sup>2</sup> 33,78m <sup>2</sup>
Total geral: 144			503,49m <sup>2</sup>	38,15m <sup>2</sup>

Para determinar o volume de concreto das paredes e lajes não foi necessário criar nenhum parâmetro além dos que já existem no Revit. Foi utilizado o parâmetro volume das paredes, que já calcula automaticamente conforme as paredes são modeladas. A tabela 3 mostra a área e o volume das paredes, já discriminando a área de pintura.

**Tabela 3 – volume de concreto nas paredes e área de pintura**

<b>&lt;MATERIAIS DE PAREDE&gt;</b>				
A	B	C	D	E
Tipo Parede de concreto 10cm	Área 2104,42 m <sup>2</sup>	Face da pintura 2	Pintura 4209m <sup>2</sup>	Volume 210,44m <sup>2</sup>
Total geral: 313	2104,42 m <sup>2</sup>		4209m <sup>2</sup>	210,44m <sup>2</sup>

O mesmo foi executado no cálculo do volume de concreto nas lajes estruturais. Há um volume de 97,13 m<sup>3</sup> para as lajes de concreto, que será somado ao volume das paredes. A Tabela 4 ilustra o quantitativo extraído do modelo.

**Tabela 4 – Volume de concreto nas lajes e área e piso**

<b>&lt;tabela da laje estrutural&gt;</b>			
A	B	C	D
Família Laje de fundação	Tipos Laje de fundação de 100mm	Volume 97,13m <sup>3</sup>	Área 971m <sup>2</sup>
Total geral: 25		97,13m <sup>3</sup>	971m <sup>2</sup>

As malhas Q-138 são construídas com o vergalhão CA 60 de 4,2 mm. O Revit não calcula área de vergalhão, mas sim o comprimento de vergalhão. Dessa forma, se procurou saber o peso por metro desse vergalhão, e se obteve 0,109 kg/m, conforme mostra a figura 14.



Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (Kg/m)	Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoamento (f_y) (MPa)	Límite de Resistência (MPa)	Alongamento em 100	Relação f_{st}/f_y	Diâmetro do Pino para Dobramento a 180° (mm)
4,20	0,109	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN
5,00	0,154	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN
6,00	0,222	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN
7,00	0,302	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN
8,00	0,395	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN
9,50	0,558	+/- 6	600	660	5%	>=1,05	3 x DN

**Figura 14 - Tabela de vergalhão CA-60**

Com essa informação, foi criado um parâmetro calculado no Revit para se obter o peso de ferragem utilizado num bloco de apartamentos. Esse parâmetro simplesmente multiplica o comprimento total pelo peso em kg/m, calculando o peso procurado. O valor obtido é de 6.837,45 kg de aço CA-60 4,2 mm, conforme mostra a Tabela 5.

**Tabela 5 – Peso dos vergalhões**

<MATERIAIS – VERGALHÓES>							
A	B	C	D	E	F	G	H
No vergalhão	Tipo	Ø	Qtde	Comp (m)	Comp total	Barras (12m)	Peso ferragem
	4.2 CA-60	4,2mm	23861	3757,51	62728,925	5227,4	6837,452912
			23861	3757,51	62728,925	5227,4	6837,452912

O valor calculado corresponde a um bloco, portanto para 15 blocos o valor calculado é de 102.561,75 kg de aço CA-60 4,2 mm. Vale destacar que no projeto disponibilizado pela construtora a tela utilizada nas lajes era a Q-92, porém ela não foi encontrada na planilha de preços, levando a suposição de que foi utilizada apenas a tela Q-138 tanto nas paredes como nas lajes. Essa suposição foi confirmada posteriormente com os engenheiros da obra, não sendo necessário alterar os cálculos já realizados.

### 3.1.3. Detalhes dos projetos modelados

Com a modelagem das disciplinas pronta, foi possível auferir os quantitativos dos itens. Vale ressaltar que está sendo realizado um recorte da obra, analisando apenas uma torre e alguns itens pontuais.

Nem todos os itens presentes no projeto puderam ser modelados, pelos mais variados motivos. Alguns itens, como o Projeto de Prevenção Contra Incêndio (PPCI), as escavações para os trabalhos de fundação e os serviços preliminares da obra que contemplam a instalação do canteiro não possuíam projeto. Outros itens como as barras de apoio para Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PPNE) não foram apontados nos projetos fornecidos.

Dessa forma, o valor total de uma torre não iria reproduzir o valor orçado pela construtora. Então se optou por utilizar os itens mais relevantes de cada disciplina e compará-los com os itens presentes nas planilhas das construtoras.

Para fins de ilustração, será calculado um custo médio por torre, se baseando nas informações disponibilizadas pela construtora. Essa informação será importante para se ter a percepção do impacto que um quantitativo mal calculado pode ter no orçamento global.



## 4 Resultados

A construtora não fez controle de material utilizado na obra, segundo informações repassadas pelos engenheiros da empresa. Foi realizado um orçamento para construir as torres de apartamentos. Como tinham quatro construtoras envolvidas no projeto, foi necessário fazer uma média entre os valores disponibilizados para cada uma delas.

A divisão ficou dessa forma:

Cooparrio – R\$ 13.175.831,29

Uniperfil – R\$ 11.509.438,81

Coopernova – R\$ 18.694.827,24

Cooperlar – R\$ 18.734.954,89

Cada construtora ficou com um número determinado de torres, a saber:

Cooparrio – 15 unidades

Uniperfil – 13 unidades

Coopernova – 21 unidades

Cooperlar – 21 unidades

Logo, a média de valores que cada construtora orçou as torres ficou em:

Cooparrio – R\$ 878.388,75

Uniperffil – R\$ 885.341,41

Coopernova – R\$ 890.229,87

Cooperlar – R\$ 892.140,71

A obra Empreendimento Junção está orçada, segundo seu orçamento original em R\$ 62.115.052,23, para a construção de 70 blocos divididos em quatro empreiteiras. O valor do terreno e da infraestrutura do condomínio não estão inclusos nesse montante. Para trabalhar no quantitativo e valores monetários envolvidos, foi utilizado somente a planilha orçamentária da construtora Cooparrio.

### 4.1. Orçamentação no ORÇAFASCIO

Ao completar o envio de todos os quantitativos para o Orçafascio, foi determinado o orçamento de cada serviço utilizando o preço fornecido pelos bancos de dados consultados. Se optou por seguir apenas dois bancos de dados, o SINAPI e o SBC, pois são bem completos para o trabalho. A preferência sempre foi pelo SINAPI, pois foi o banco utilizado na obra. Porém, quando o item não estava mais presente no SINAPI, foi utilizado seu semelhante presente no banco de dados SBC. Vale ressaltar que a base SINAPI utilizada foi de fevereiro de 2019, a mesma utilizada nos orçamentos disponibilizados pela construtora.

A planilha orçamentária da obra foi reproduzida dentro do *software* Orçafascio e posteriormente vinculada com os modelos paramétricos e obtido os quantitativos através do *plug-in* OrçaBIM. Houve certa dificuldade nessa etapa devido à muitos itens da planilha orçamentária não possuírem códigos SINAPI, tornando trabalhosa a

determinação das composições que compunham esses itens. A figura 15 demonstra o orçamento dentro do software *Orçafascio*.

Com o plug-in OrçaBIM, da Orçafascio, foi possível extrair o quantitativo das estacas, tendo o orçamento pré-determinado. O item das estacas está destacado na figura 16.

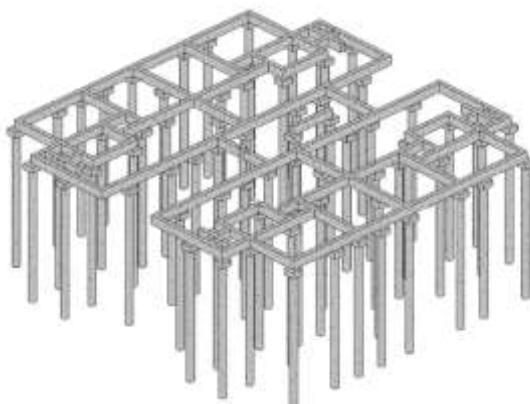
	ITEM	DETALHES	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	1	SERVIÇO DE PROFISSIONAIS TÉCNICOS	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2	2	FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO	R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00
3	3	SUPRIMENTOS TÉCNICOS	R\$ 100,00	R\$ 300,00
4	4	PROJETOS E PLANEJAMENTO	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00
5	5	CONTABILIDADE FINANCIAS	R\$ 500,00	R\$ 2.500,00
6	6	REVISÃO MATERIAIS	R\$ 100,00	R\$ 600,00
7	7	Reunião de planejamento	R\$ 100,00	R\$ 700,00
8	8	FORMATURAIS E APARELHOS	R\$ 100,00	R\$ 800,00
9	9	COMUNICAÇÕES	R\$ 100,00	R\$ 900,00

**Figura 15 - Planilha Orçamentária da Obra no Software Orçafascio**

**Figura 16 - Planilha Orçamentária dentro do Software Revit**

#### **4.2. Resultados projeto estrutural e de fundações**

O projeto estrutural e de fundações foram calculados em arquivos separados, para maior controle dos resultados. O projeto de fundações, consiste em basicamente dois itens: as vigas baldrame e as estacas. A figura 17 ilustra o projeto de fundações.



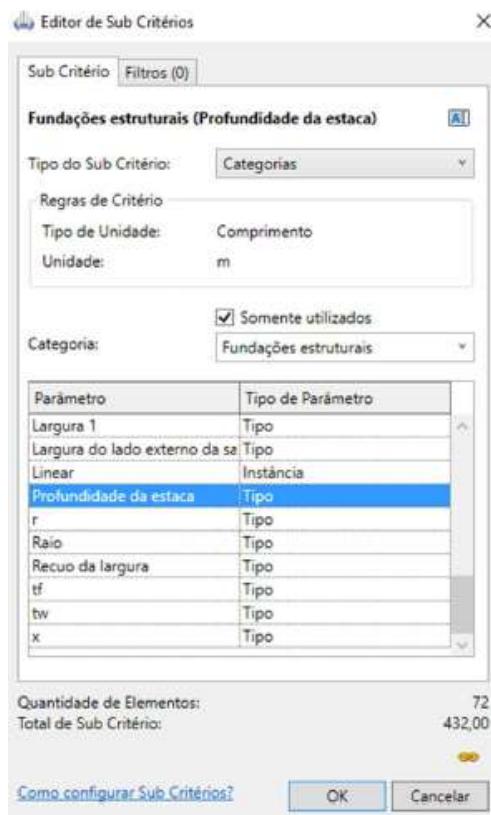
**Figura 17 - Projeto de fundações**



A construtora informou que realizou as estacas utilizando o tipo hélice contínua, chegando a uma profundidade de 6 metros, em média e 30cm de diâmetro. Não havia projeto e nem detalhamento das armaduras das estacas, de modo que não foi possível calcular esse item.

As estacas foram modeladas e lançadas na posição original dos projetos. O Revit calculou o somatório do comprimento de estaca utilizado, facilitando assim a inserção desse quantitativo na planilha.

O passo seguinte foi buscar o parâmetro que determinava o comprimento das estacas presente no projeto. Esse parâmetro foi encontrado com o uso do *plug-in* OrçaBIM, conforme é ilustrado na figura 18.



**Figura 18 - Parâmetros da estaca**

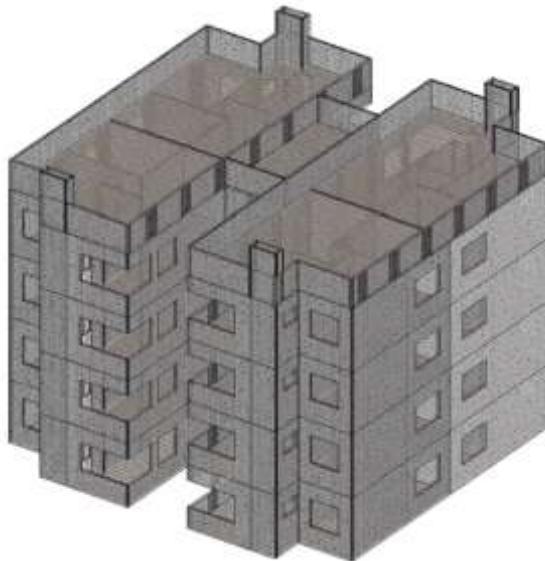
Foi então escolhido o parâmetro Profundidade da Estaca, o qual retornou a quantidade de 72 estacas e um comprimento total de 432 metros. Esse valor é o que vai para a planilha no Orçafascio.

Segundo a planilha da construtora, o total calculado de estacas resultou em 6054,75 metros lineares para 15 blocos. Então para um bloco o valor calculado é de 403,65 metros lineares, ante os 432 metros lineares do modelo paramétrico.

A diferença de quantitativo de estacas causou um déficit de R\$ 5.034,93 por bloco, que se transformam em R\$ 75.523,95 para o lote de 15 blocos auferidos pela construtora Cooparroio.

Os demais itens estruturais analisados foram o volume de concreto e o peso das ferragens utilizado nas paredes autoportantes. Para viabilizar isso, foi modelado

novamente, em um arquivo separado, o prédio com paredes estruturais. Esse elemento no software Revit permite que se coloque armaduras em seu interior. A figura 19 ilustra a modelagem.



**Figura 19 - Malhas Q-138 nas paredes autoportantes**

A construtora estimou na sua planilha orçamentária um peso de 196.456,00 kg de aço CA-60 4,2 mm. A diferença no quantitativo orçado e o quantitativo do modelo paramétrico é quase o dobro.

Para o item de concreto lançado nas paredes a planilha da construtora calculou 4.130,33 m<sup>3</sup> para 15 blocos, resultando em 275,36 m<sup>3</sup> por bloco. No entanto, o modelo paramétrico realizado com as mesmas medidas que foram disponibilizadas no projeto arquitetônico, resultou em 210,44 m<sup>3</sup> de volume, somados aos 97,13 m<sup>3</sup> das lajes estruturais, que somados resultam em 307,57 m<sup>3</sup> para um bloco. Enquanto o quantitativo original da construtora resultava em R\$ 1.634.619,40 nesse item, o modelo paramétrico calculou para os 15 blocos o valor de R\$ 1.825.858,55, resultando numa diferença de R\$ 191.239,15. Os quantitativos apresentados pela planilha orçamentária da construtora estão na Figura 20.

	Unid	Custo	Construtora			
			Qtd por bloco	Qtd para 15 blocos	Total por bloco	Total para 15 blocos
<b>FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES</b>						
Vigas, Baldramas e Alavancas	m3	R\$ 928,65	23,41	351,13	R\$ 21.738,38	R\$ 326.075,71
Estacas	m3	R\$ 177,59	403,65	6.054,75	R\$ 71.684,20	R\$ 1.075.263,05
Formas	M2	R\$ 18,46	4761,90	71.428,57	R\$ 87.904,76	R\$ 1.318.571,40
Armação em telas Q 138	KG	R\$ 6,34	13097,07	196.456,00	R\$ 83.035,40	R\$ 1.245.531,04
Concreto Lançado	M3	R\$ 395,76	275,36	4.130,33	R\$ 108.974,63	R\$ 1.634.619,40

**Figura 20 - Quantitativo da construtora para fundações e contenções**

Após a modelagem e a extração de quantitativos pelo plug-in OrçaBIM, se chegou ao resultado apresentado na figura 21.



Unid	Custo	Modelo Paramétrico			
		Qtd Revit por bloco	Qtd para 15 blocos	Total Revit por bloco	Total Revit para 15 blocos
<b>FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES</b>					
Vigas, Baldrames e Alavancas	m3	R\$ 928,65	19,25	288,75	R\$ 17.876,45
Estacas	m3	R\$ 177,59	432,00	6480,00	R\$ 76.718,88
Formas	M2	R\$ 18,46	4441,33	66619,95	R\$ 81.986,95
Armação em telas Q 138	KG	R\$ 6,34	6837,45	102561,75	R\$ 43.349,43
Concreto Lançado	m3	R\$ 395,76	307,57	4613,55	R\$ 121.723,90
					R\$ 1.825.858,55

**Figura 21 - Quantitativos do modelo paramétrico para fundações e contenções**

Houve diferenças entre alguns itens, mas no entorno do valor orçado pela construtora. A grande exceção foi a armação em telas Q-138, cujo peso resultou em metade do valor orçado pela construtora. A Figura 22 mostra as diferenças encontradas entre os itens do projeto estrutural que foram analisados.

	Diferenças		
	Diferença de valor por bloco	Diferença de valor por 15 blocos	% do valor original
<b>FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES</b>			
Vigas, Baldrames e Alavancas	R\$ 3.861,93	R\$ 57.928,98	82%
Estacas	-R\$ 5.034,68	-R\$ 75.520,15	107%
Formas	R\$ 5.917,81	R\$ 88.767,12	93%
Armação em telas Q 138	R\$ 39.685,97	R\$ 595.289,55	52%
Concreto Lançado	-R\$ 12.749,28	-R\$ 191.239,15	112%

**Figura 22 - Diferenças de quantitativos entre obra e modelo paramétrico**

#### 4.3. Resultados de projeto elétrico

No projeto elétrico foram encontradas algumas dificuldades para criar o modelo paramétrico. O projeto elétrico em .dwg compreendia muitos pontos de luz e tomada, entre aqueles que faziam parte do apartamento e os que faziam parte da área de uso comum. Ocorre que essa numerosa quantidade de elementos, mesmo que para um prédio apenas, dificultou o processamento dos elementos pelo computador. Como não havia um computador mais potente à disposição, a solução foi processar apenas os elementos dos apartamentos, deixando de fora os elementos da área de uso comum.

Outro obstáculo encontrado foi o formato do orçamento referente às instalações que foi elaborado pela construtora. Não foi determinado um quantitativo exato de tubulações elétricas e de fios utilizados no projeto. Foi determinado simplesmente um valor unitário que seria destinado a cada bloco para as tubulações e para os fios.

Dessa forma, foram modelados eletrodutos, tomadas, pontos de luz no teto, interruptores, porém só foi possível comparar as tubulações elétricas, e mesmo assim, apenas o valor por bloco e o valor para 15 blocos. A figura 23 mostra a modelagem do sistema elétrico que foi realizada com as limitações impostas.



**Figura 23 - Modelagem do sistema elétrico**

A comparação, então, se deu por meio dos valores obtidos, recorrendo-se à base SINAPI do mesmo mês e ano que fora utilizada nas planilhas orçamentárias da construtora. O valor orçado originalmente foi R\$ 96.165,00 para quinze blocos. O resultado é apresentado na figura 24.

	Unid	Custo	Construtora			
			Qtd por bloco	Qtd para 15 blocos	Total por bloco	Total para 15 blocos
TUBULAÇÃO E CAIXAS NAS LAJES E ALVENARIAS	UD	R\$ 6.411,00	1,00	15,00	R\$ 6.411,00	R\$ 96.165,00

**Figura 24 - Quantitativos da construtora para elétrica**

Com a modelagem do sistema elétrico, se extraiu o quantitativo das peças que foram possíveis de modelar com referência no orçamento da construtora. Para o caso particular do eletroduto, o valor encontrado foi R\$ 10.401,66 para um bloco, sendo maior do que os R\$ 6.411,00 somados de eletrodutos de parede e laje que a construtora calculou.

Além do eletroduto, o item analisado contemplava as caixas do sistema elétrico, mas não as especificou. Na modelagem, foram quantificadas 112 caixas, que somaram R\$ 1.344,00. Na soma para os 15 blocos, resulta em R\$ 20.160,00. Dessa forma, o item tubulação e caixas nas alvenarias e paredes foi orçado, segundo o quantitativo do Revit, em R\$ 176.184,93, valor muito superior aos R\$ 96.165,00 orçado pela construtora. A figura 25 demonstra o resultado.

	Unid	Custo	Modelo Paramétrico			
			Qtd Revit por bloco	Qtd para 15 blocos	Total Revit por bloco	Total Revit para 15 blocos
TUBULAÇÃO NAS LAJES E ALVENARIAS	m	R\$ 7,40	1405,63	21084,45	R\$ 10.401,66	R\$ 156.024,93
CAIXAS NAS LAJES E ALVENARIAS	UD	R\$ 12,00	112,00	1680,00	R\$ 1.344,00	R\$ 20.160,00

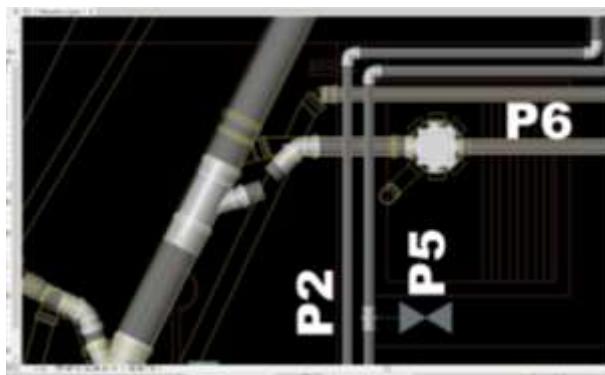
**Figura 25 - Quantitativo do modelo paramétrico para elétrica**

#### 4.4. Resultados de projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário foi o mais problemático e difícil para reproduzir. O Revit possui famílias que reproduzem as dimensões, formatos, inclinações e demais características intrínsecas das peças para água fria e esgoto. Ocorre que o projeto hidrossanitário disponibilizado não há o perfeito encaixe entre as peças pertencentes ao esgoto sanitário.

Outro problema encontrado foi a maneira como foi orçado os quantitativos do esgoto, não sendo seguida a maneira usual de utilizar a unidade de metro linear para os canos. Na planilha orçamentária da construtora, foi definido um valor unitário da instalação de esgoto para cada bloco.

Não foram seguidas as curvas e ângulos programados conforme as peças do fabricante, especialmente no projeto de esgoto. Essa inconformidade se propagou para todas as peças do sistema, dificultando o perfeito encaixe entre tubos e conexões. Outra inconformidade está nas caixas de esgoto, que ficaram invertidas no desenho do projeto original, impossibilitando o uso dos elementos de acordo com as características do fabricante. Além disso, não foi informada a inclinação que cada tubo do sistema possui. Essas inconformidades estão ilustradas na figura 26.



**Figura 26 - Incongruência no projeto hidrossanitário**

#### 4.5. Resultados projeto arquitetônico

Na disciplina de projeto arquitetônico, foram contabilizados itens como, portas, janelas, pisos, texturas etc. Todos esses itens têm em comum a unidade de medida, que é o metro quadrado. Portanto foi necessário criar um parâmetro calculado no Revit que conferisse a área total de portas e área de janelas, sem esquecer da área de rodapés.

Para a textura das paredes, a construtora definiu na sua planilha o valor de 49.466,43 metros quadrados de parede a serem pintadas e 43.687,40 metros quadrados de fundo selador, em valores para os 15 blocos. Não foi informado o motivo de serem diferentes esses valores, uma vez que os fabricantes geralmente aconselham a aplicar o fundo selador na mesma área que receberá a pintura. Os valores monetários da planilha da construtora ficaram em R\$ 42.969,84 por bloco para a pintura e R\$ 7.485,11 por bloco para o fundo selador, o que resulta em R\$ 644.547,58 e R\$ 112.276,62, respectivamente. Os dados da construtora podem ser visualizados na figura 27, juntamente com os demais itens analisados.



Unid	Custo	Construtora			
		Qtd por bloco	Qtd para 15 blocos	Total por bloco	Total para 15 blocos
JANELA DE ALUMINIO DE CORRER, 2 FOLHAS - COZINHA, JANELA SERV. CIRCULAÇÃO	m2 R\$ 532,65	38,05	570,80	R\$ 20.269,19	R\$ 304.037,92
JANELA DE ALUMINIO DE CORRER, 3 FOLHAS - DORMITÓRIOS	m2 R\$ 808,25	47,25	708,82	R\$ 38.193,44	R\$ 572.901,64
JANELA DE ALUMINIO MAXIM-AR - WC	m2 R\$ 863,71	7,27	109,05	R\$ 6.279,10	R\$ 94.186,56
PORTE DE ALUMINIO DE ABRIR PARA VIDRO - ÁREA DE SERVIÇO, ENTRADA BLOCOS	m2 R\$ 850,25	35,58	533,74	R\$ 30.254,33	R\$ 453.814,89
KIT PORTA INTERNA	unid R\$ 594,21	64,00	960,00	R\$ 38.029,44	R\$ 570.441,60
TEXTURA ACRÍLICA - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	m2 R\$ 13,03	6	49.466,43	R\$ 42.969,84	R\$ 644.547,88
FUNDO SELADOR - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	m2 R\$ 2,57	2912,4	43.687,40	R\$ 7.485,11	R\$ 112.276,62
PISO CERÂMICA	m2 R\$ 25,23	784,02	11.760,23	R\$ 19.780,71	R\$ 296.710,60
RODAPÉ CERÂMICA	m2 R\$ 7,25	777,92	11.668,80	R\$ 5.639,92	R\$ 84.598,80

**Figura 27 – Quantitativos da construtora para arquitetura**

Os dados obtidos com a modelagem dos itens analisados da disciplina de Arquitetura estão na figura 28.

Unid	Custo	Modelo Paramétrico			
		Qtd Revit por bloco	Qtd para 15 blocos	Total Revit por bloco	Total Revit para 15 blocos
JANELA DE ALUMINIO DE CORRER, 2 FOLHAS - COZINHA, JANELA SERV. CIRCULAÇÃO	m2 R\$ 532,65	48,41	726,15	R\$ 25.785,59	R\$ 386.783,80
JANELA DE ALUMINIO DE CORRER, 3 FOLHAS - DORMITÓRIOS	m2 R\$ 808,25	56,64	849,60	R\$ 45.779,28	R\$ 686.689,20
JANELA DE ALUMINIO MAXIM-AR - WC	m2 R\$ 863,71	7,68	115,20	R\$ 6.633,29	R\$ 99.499,39
PORTE DE ALUMINIO DE ABRIR PARA VIDRO - ÁREA DE SERVIÇO, ENTRADA BLOCOS	m2 R\$ 850,25	22,47	337,05	R\$ 19.105,12	R\$ 286.576,76
KIT PORTA INTERNA	unid R\$ 594,21	64,00	960,00	R\$ 38.029,44	R\$ 570.441,60
TEXTURA ACRÍLICA - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	m2 R\$ 13,03	3772,20	56583,00	R\$ 49.151,77	R\$ 737.276,49
FUNDO SELADOR - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	m2 R\$ 2,57	3772,20	56583,00	R\$ 9.694,55	R\$ 145.418,31
PISO CERÂMICA	m2 R\$ 25,23	747,17	11207,55	R\$ 18.851,10	R\$ 282.766,49
RODAPÉ CERÂMICA	m2 R\$ 7,25	735,74	11036,10	R\$ 5.334,12	R\$ 80.011,73

**Figura 28 - Quantitativos do modelo paramétrico para arquitetura**

Na disciplina de Arquitetura também houve grandes discrepâncias entre os valores originais da planilha orçamentária da obra e da planilha do modelo paramétrico. Os valores monetários para as incongruências encontradas são elevados, mas vale o detalhe para o item de porta de alumínio, cujo valor de diferença entre o orçamento da construtora e do modelo paramétrico foi de R\$ 167.238,13. O quantitativo desse item para a construtora foi de 533,74 m<sup>2</sup>, enquanto o quantitativo do modelo paramétrico chegou a 337,05 m<sup>2</sup>. Na figura 29 é ilustrada as diferenças entre os valores que foram encontradas.



	Diferenças		
	Diferença de valor por bloco	Diferença de valor por 15 blocos	%
JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS - COZINHA,	R\$ 5.516,39	-R\$ 82.745,88	127%
JANELA SERV. CIRCULAÇÃO			
JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 3 FOLHAS - DORMITÓRIOS	R\$ 7.585,84	-R\$ 113.787,56	120%
JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR - WC	R\$ 354,19	-R\$ 5.312,83	106%
PORTA DE ALUMÍNIO DE ABRIR PARA VIDRO - ÁREA DE SERVIÇO, ENTRADA BLOCOS	-R\$ 11.149,21	R\$ 167.238,13	63%
KIT PORTA INTERNA			100%
TEXTURA ACRÍLICA - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	R\$ 6.181,93	-R\$ 92.728,91	114%
FUNDO SELADOR - PAREDES INTERNAS, EXTERNAS E TETOS	R\$ 2.209,45	-R\$ 33.141,69	130%
PISO CERÂMICA	-R\$ 929,61	R\$ 13.944,11	95%
RODAPÉ CERÂMICA	-R\$ 305,81	R\$ 4.587,08	95%

**Figura 29 – diferenças de quantitativos para arquitetura**

## 5. Conclusões

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de aproximar o meio acadêmico da tecnologia BIM, que tem se tornado cada vez mais relevante no setor da construção civil. Essa relevância é reforçada pela iniciativa do Governo Federal em estabelecer uma estratégia nacional para a implantação do BIM, devido aos seus benefícios significativos quando utilizado de forma plena.

Para abordar essa temática, foi realizado um estudo de caso de uma obra real, com a análise de itens de maior relevância e impacto no orçamento. Além disso, uma revisão bibliográfica foi conduzida para fundamentar os conceitos relacionados à tecnologia BIM e destacar aspectos essenciais do processo de orçamentação.

O primeiro objetivo do trabalho foi alcançado com a criação de um modelo paramétrico tridimensional, que permitiu a extração de quantitativos e, posteriormente, a análise dos custos envolvidos. No entanto, o desenvolvimento desse modelo enfrentou dificuldades significativas devido à falta de organização nos projetos fornecidos, cujos arquivos .dwg não possuíam sequência lógica nem ligação direta com o orçamento.

Para atender ao segundo objetivo, foi criada uma planilha orçamentária no software Orçafascio, seguindo o formato da planilha original da obra. Embora não tenha sido possível orçar todos os itens, essa ferramenta possibilitou organizar os quantitativos e valores de referência extraídos do modelo paramétrico.

O terceiro objetivo, referente à extração de quantitativos do modelo paramétrico, foi alcançado com o uso do aplicativo Orçafascio e do plug-in OrçaBIM, que facilitaram a tarefa. No entanto, algumas unidades de medida precisaram ser ajustadas para garantir a correspondência entre o modelo e a planilha orçamentária.

O quarto objetivo, relacionado à análise da economia de materiais e redução de custos diretos, revelou discrepâncias significativas entre os resultados do modelo paramétrico e os valores calculados pela construtora. Essas diferenças evidenciam as vantagens financeiras proporcionadas pelo BIM, cuja precisão na quantificação supera amplamente os métodos tradicionais.

O estudo destacou a importância do uso integrado de diversas áreas do conhecimento para a concepção de uma obra, oferecendo uma perspectiva abrangente do seu funcionamento. Contudo, foram observadas muitas incongruências entre os projetos, como prumadas de água posicionadas em locais inadequados, dimensões inconsistentes



entre arquivos .dwg e a ausência de uma sequência lógica de construção. Essas falhas dificultaram a modelagem e comprometeram a correspondência com a obra real.

Na análise, itens de maior representatividade no orçamento foram os mais suscetíveis a erros, resultando em valores significativamente alterados quando comparados ao modelo paramétrico. Esses problemas reforçam a necessidade de maior precisão nos levantamentos quantitativos, especialmente para evitar os desperdícios que frequentemente ocorrem na construção civil.

Outro ponto importante identificado foi a demanda por equipamentos adequados para processar softwares de modelagem paramétrica, que exigem alta capacidade computacional, especialmente em projetos com muitos elementos.

Conclui-se que os resultados obtidos com o modelo paramétrico são altamente confiáveis, não apenas pela precisão do software, mas também pela necessidade de uma metodologia de trabalho bem definida, tanto para a concepção do projeto quanto para o orçamento. As incongruências observadas no trabalho foram principalmente de ordem colaborativa entre os projetos e o orçamento, além da ausência de referências explícitas nos desenhos que vinculassesem os itens à planilha orçamentária.

A falta de integração entre os próprios projetos também dificultou a identificação de interferências e prejudicou o desenvolvimento de um orçamento coeso. Apesar disso, foi possível corrigir alguns desvios no modelo paramétrico, permitindo a análise de itens selecionados.

Este recorte da obra, embora limitado, demonstrou que o uso do BIM exige uma revisão substancial nos processos de projeto, orçamento e construção. A adoção do BIM implica romper com paradigmas históricos na construção civil, considerada uma das áreas mais tecnologicamente atrasadas. Essa tecnologia, ao permitir a análise de cenários ainda na fase de projeto, tem o potencial de prevenir os problemas frequentemente observados não apenas no orçamento e planejamento, mas também na execução das obras.

## Referências

- Brasil. (2018) “Decreto 9377. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.
- Brasil. (2019) “Decreto 9983”, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling.
- Brasil. (2020) “Decreto 10306”, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estrat.
- Eastman, C. M. (1975) The Use of Computers Instead of Drawings. “AIA Journal”. 46-50.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. e Liston, K. (2014) “Manual de BIM”: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman.



- Kassem, M. e de Amorim, S. R. L. (2015) "BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia. Diálogos Setoriais Para BIM - Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia. Brasilia: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- Knolseisen, P. C. (2003) "Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Latreille, D e Scheer, S. (2021) Análise de quantitativos provenientes de um modelo BIM 5D para adequação ao processo orçamentário das empresas de construção civil. "Gestão & Tecnologia de Projetos", v. 16, n. 1, p. 96-108, 2021.
- Santos, E. T. (2012) Building Information Modeling: um salto para a modernidade na aplicação. "In: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (Org.). Criação, Representação e Visualização Digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto". Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.