



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA E TECNOLÓGICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LETÍCIA MENDES ASSUNÇÃO**

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE  
ORÇAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA**

**2017**

LETÍCIA MENDES ASSUNÇÃO

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE  
ORÇAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A873a Assunção, Letícia Mendes.  
Análise da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil / Letícia Mendes Assunção. – 2017.  
98 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Profa. Dra. Cely Martins Santos de Alencar.
1. Modelagem de informação da construção. 2. Orçamento. 3. Revit. 4. Arquimedes. 5. Construção civil. I.  
Título.

CDD 620

---

LETÍCIA MENDES ASSUNÇÃO

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE  
ORÇAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Antônio Paulo de Hollanda Cavalcante  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Alessandro Amarante da Silva  
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o Senhor de toda a minha vida, por todo o amor e a misericórdia a mim confiados, por me encorajar durante todos os momentos difíceis dessa trajetória acadêmica, nunca deixando nada me faltar.

A Maria, minha mãe intercessora, que tantas vezes me colocou no seu colo durante essa caminhada rumo à minha realização profissional, por ser meu amparo e meu refúgio nos momentos de tribulação.

Ao meu pai, José Messias de Assunção, exemplo de honestidade, determinação, profissionalismo e inteligência. Agradeço por ser meu porto seguro, meu encorajador e amigo para todos os desafios da vida. A ti, toda a minha gratidão e amor incondicional.

A minha mãe, Jacqueline Mendes Assunção, pelo cuidado, amor e atenção infinitos que a mim foram concedidos durante todos esses anos. Por tornar a rotina mais fácil com seu carinho e sua incomparável dedicação.

Ao meu irmão, Fábio Mendes Assunção, com quem compartilho amor incondicional, por ser um irmão amigo, cheio de alegria e tranquilidade no coração.

Ao meu avô paterno, José Irineu de Assunção, exemplo de simplicidade, doçura, amor à família e fonte de carinho sem fim. Ao meu avô materno, Raimundo Mendes de Siqueira, que do céu me acompanha com sua alegria e seu bom humor. À minha avó paterna, Maria José de Assunção, que me enche de saudades a cada amanhecer, por ser a melhor mulher que já conheci e por ser aquela em que mais me inspirarei durante toda a vida. Sua confiança em Deus e sua mansidão me acompanharão até nosso próximo encontro. À minha avó materna, Maria Socorro Mendes de Siqueira, tão cheia de brilho e de personalidade, agradeço por todo seu amor.

A todos os meus tios e primos, por sempre se fazerem presentes em todas as etapas da minha vida, vibrando e me apoiando.

Ao meu cachorrinho Slash que, há seis anos, inunda a minha vida de amor gratuito e alegria, lembrando que não precisamos de muito para ser feliz.

Aos meus amigos, família que escolhi, por toda a cumplicidade e a alegria que fazem nossos momentos inesquecíveis. Em especial, as minhas oito amigas de infância, que são motivo de orgulho e felicidade até hoje. Obrigada pela luz que emana de cada uma de vocês.

Aos meus amados amigos da Universidade Federal do Ceará, pelas noites intermináveis de estudos, conversas e sonhos compartilhados. Essa trajetória foi mais florida com a presença de cada um de vocês. Desejo que a nossa amizade continue por muitos anos e que o sucesso não nos falte.

Aos meus amigos do intercâmbio que, mesmo longe, me acompanham em todas as etapas da vida e são fonte inesgotável de risadas e boas memórias.

Ao meu namorado, Livio Pires de Carvalho Melo, que divide comigo todos os sonhos, angústias e vitórias. Por ser meu incentivador, me ajudar a ser um ser humano melhor e por me aceitar da maneira que sou. Seu carinho e amor me fazem ir além.

A minha amiga, Patrícia Serravalle que, há dois anos, cuida de mim e me ajuda a ser alguém melhor a cada encontro.

Aos meus amigos de estágio, que dividem comigo a alegria do aprendizado, a angústia das entregas nos prazos e que transformam a rotina árdua em momentos tão felizes.

Por fim, a minha querida orientadora, Professora Cely Martins Santos de Alencar, por todos os ensinamentos e experiências passados para o alcance desse objetivo.

“Se uma imagem vale mais do que mil palavras, um modelo vale mais do que mil imagens.”

(Edward McCracken)

## RESUMO

Com a competitividade cada vez mais acirrada no mercado atual da indústria da construção civil, ressalta-se a importância do levantamento preciso dos custos de seus empreendimentos. O BIM – *Building Information Modeling*, frente a tal realidade, vem se firmando ao longo de pesquisas e experiências como um método capaz de trazer inúmeras vantagens, dentre elas a quantificação automática e precisa, a eficiência diante das alterações de projeto, o suporte necessário para tomada de decisões durante todo o ciclo de vida da edificação e a possibilidade de análise de diferentes cenários. O presente trabalho visa analisar a aplicação da metodologia BIM, seus conceitos e métodos, na integração entre um modelo 3D parametrizado com o seu orçamento dos custos diretos. As principais discussões apresentadas são baseadas em situações observadas em estudo realizado do projeto de um edifício para serviços de saúde, no qual o BIM foi utilizado na modelagem seguida da orçamentação por meio dos *softwares* Revit e Arquimedes. Na sequência, foi feita uma análise comparativa com o processo de orçamentação tradicional. Constatou-se o grande potencial da adoção da filosofia BIM para alcançar resultados cada vez mais precisos, uma vez que o processo integra o orçamentista, com sua experiência na interpretação dos dados gerados, com as ferramentas BIM, inteligentes e interoperáveis, trazendo maior rapidez, automatização e precisão nos custos de obras da construção civil.

**Palavras-chave:** Modelagem de informação da construção; Orçamento; Revit; Arquimedes; Construção civil.



## ABSTRACT

The current competitive market in the civil construction industry has led to the need of accurate estimates of the global cost of a project. Researchs and personal experiences show that the Building Information Modeling (BIM) has been used nowadays as a method capable of bringing numerous advantages. These benefits include an automatic and accurate estimate of costs, the efficiency when facing changes in the project, the support needed for making decisions during the life cycle of the building and the possibility to assess different scenarios. The present work aims to assess the use of BIM methodology and its concepts to link a parameterized 3D model with its cost budget. The main discussions presented here are based in conditions observed during the design of a building used for health services, in which the BIM methodology was used in the model followed by the cost budgeting in the software Revit and Arquimedes. In addition to that, it was made a comparison between the methology proposed here and the traditional methodology used for estimating the cost budget of a project. It was concluded that the use of BIM is promising in obtaining more accurate results, since the process gather the user and his experience with smart BIM tools. This allows the professional to get faster and accurate automatic results while estimating the costs in civil construction.

**Keywords:** Building information modeling; Budget for buildings; *Revit*; Arquimedes; Civil construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – BS Design, empreendimento adepto à metodologia BIM em Fortaleza.....	17
Figura 2 – Tabela SINAPI – Preços de Insumos .....	24
Figura 3 – Tabela SINAPI – Custo de Composições .....	24
Figura 4 – Diferença entre o modelo CAD e o BIM .....	27
Figura 5 – Objetos inteligentes em BIM (totalmente paramétricos) .....	28
Figura 6 – Interoperabilidade da metodologia BIM .....	30
Figura 7 – Metodologia BIM em todo o ciclo de vida da edificação .....	31
Figura 8 – Multidimensionalidade do BIM .....	32
Figura 9 – Diagrama conceitual de um processo baseado em BIM de um levantamento de quantidades e orçamentação .....	36
Figura 10 – Gráfico comparativo entre o processo tradicional (CAD) e o processo BIM .....	39
Figura 11 – Fluxograma dos Processos .....	42
Figura 12 – Localização do empreendimento.....	43
Figura 13 – Perspectiva da fachada da edificação .....	44
Figura 14 – Modelo estrutural da edificação .....	47
Figura 15 – Níveis do projeto .....	48
Figura 16 – Importação de arquivos em formato “.dwg” pelo <i>Revit</i> . .....	49
Figura 17 – Configuração dos pilares.....	50
Figura 18 – Inserção do código da Tabela SINAPI no material constituinte .....	51
Figura 19 – Configuração das vigas semi-invertidas.....	51
Figura 20 – Configuração das vigas-faixa.....	52
Figura 21 – Vigas modeladas .....	52
Figura 22 – Especificação das cubetas em projeto .....	53
Figura 23 – Dimensionalidade das caixas .....	54
Figura 24 – Detalhes das cubetas tipo meia- caixa oferecidos pelo fabricante .....	54
Figura 25 – Detalhes das cubetas tipo bidirecional oferecidos pelo fabricante.....	55
Figura 26 – Detalhes das cubetas tipo unidirecional oferecidos pelo fabricante.....	55
Figura 27 – Modelagem da mesa de compressão .....	56
Figura 28 – Modelagem das nervuras .....	56
Figura 29 – Modelagem dos vazios referentes às cubetas.....	57
Figura 30 – Resultado da modelagem das lajes nervuradas .....	57
Figura 31 – Especificações de projeto da escada .....	58

Figura 32 – Configuração da escada.....	59
Figura 33 – Escada modelada.....	59
Figura 34 – Inconsistência no quantitativo de fôrmas.....	60
Figura 35 – Interseção dos elementos livres de fôrmas.....	61
Figura 36 – Modelagem das fôrmas.....	62
Figura 37 – Inserção do código da Tabela SINAPI no material constituinte das fôrmas.....	62
Figura 38 – Modelagem da área correspondente às fôrmas plásticas.....	63
Figura 39 – Resultado da modelagem das fôrmas.....	64
Figura 40 – Constituição das armaduras.....	64
Figura 41 – Armaduras modeladas do pilar P1.....	65
Figura 42 – Ilustração de uma tabela de quantidades extraída pelo <i>Revit</i> .....	66
Figura 43 – Criação do parâmetro “Peso (kg)”.....	67
Figura 44 – Tabela de quantitativos de armadura.....	67
Figura 45 – Uso de tabelas dinâmicas e filtros no <i>Microsoft Excel</i> .....	68
Figura 46 – Inserção de um novo banco de dados.....	71
Figura 47 – Informações sobre o novo banco de dados.....	71
Figura 48 – Seleção dos dados no <i>Microsoft Excel</i> .....	72
Figura 49 – Importação dos dados selecionados.....	72
Figura 50 – Escolha do tipo de importação de dados.....	73
Figura 51 – Origem dos dados a importar.....	73
Figura 52 – Emprego de um assistente de importação de dados.....	74
Figura 53 – Esquema de importação de dados.....	74
Figura 54 – Resultado da inserção do banco de dados no <i>software Arquimedes</i> .....	75
Figura 55 – <i>Plug-in</i> CYPE no <i>Revit</i> .....	75
Figura 56 – Vinculação do modelo com Arquimedes.....	76
Figura 57 – Criação de uma obra de destino no Arquimedes.....	76
Figura 58 – Atribuição de composições no Arquimedes.....	77
Figura 59 – Criação de uma nova combinação de cálculo.....	78
Figura 60 – Atribuição de composição a partir de uma nova combinação de cálculo.....	78
Figura 61 – Planilha orçamentária preenchida com as respectivas quantidades.....	79
Figura 62 – Combinação de cálculo para quantitativo de volume de concreto da escada.....	79
Figura 63 – Seleção de elemento para visualização no <i>Revit</i> .....	80
Figura 64 – Elemento selecionado mostrado no <i>Revit</i> .....	80
Figura 65 – Elementos de controle visuais.....	81

Figura 66 – Atualização das alterações feitas no <i>Revit</i> .....	81
Figura 67 – Extração de relatórios personalizados .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escopo sintético .....	45
Tabela 2 – Coeficientes de massa nominal.....	66
Tabela 3 – Planilha orçamentária no <i>Microsoft Excel</i> .....	68
Tabela 4 – Comparativo dos volumes de concreto obtidos .....	84
Tabela 5 – Comparativo das áreas de fôrmas obtidas .....	84
Tabela 6 – Comparativo dos pesos de armadura obtidos .....	85
Tabela 7 – Comparativo dos pesos de cordoalha de protensão obtidos .....	85
Tabela 8 – Comparativo das unidades de ancoragem obtidas .....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

IBRAENG – Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia

IFC – *Industry Foundation Classes*

ISO – *International Organization for Standardization*

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NBR – Norma Brasileira

OT – Orientação Técnica

SEINFRA – Secretaria da Infraestrutura

SINAPI – Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil

STEP – *Standard Exchange of Product Model Data*

SUS – Sistema Único de Saúde

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

UPA – Unidade de Pronto Atendimento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 Considerações gerais</b> .....	15
<b>1.2 Justificativa e questões motivadoras</b> .....	18
<i>1.2.1 Justificativa</i> .....	18
<i>1.2.2 Questões motivadoras</i> .....	19
<b>1.3 Objetivos</b> .....	19
<i>1.3.1 Objetivo geral</i> .....	19
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i> .....	19
<b>1.4 Estrutura da monografia</b> .....	20
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
<b>2.1 Orçamento na construção civil</b> .....	21
<i>2.1.1 Importância e contextualização</i> .....	21
<i>2.1.2 Aspectos conceituais de orçamentação</i> .....	21
<i>2.1.3 Elementos do orçamento</i> .....	22
<i>2.1.4 Etapas de orçamentação</i> .....	25
<i>2.1.5 Tipos de orçamento</i> .....	25
<b>2.2 Building Information Modeling</b> .....	26
<i>2.2.1 Modelagem paramétrica</i> .....	28
<i>2.2.2 Interoperabilidade</i> .....	29
<i>2.2.3 Multidimensionalidade do BIM (nD Modeling)</i> .....	32
<i>2.2.4 Vantagens da adoção do BIM no processo de orçamentação</i> .....	33
<i>2.2.5 BIM como suporte ao processo de orçamentação</i> .....	35
<i>2.2.6 Os desafios da implantação do BIM no Brasil</i> .....	37
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	41
<b>3.1 Escolha do procedimento técnico</b> .....	41
<b>3.2 Estudo de caso</b> .....	43
<i>3.2.1 Caracterização do estudo</i> .....	43
<i>3.2.2 Elaboração do escopo da planilha orçamentária</i> .....	44
<i>3.2.3 Modelagem da estrutura</i> .....	46
<i>3.2.3.1 Modelagem dos pilares</i> .....	48
<i>3.2.3.2 Modelagem das vigas</i> .....	51

<i>3.2.3.3 Modelagem das lajes</i> .....	53
<i>3.2.3.4 Modelagem da escada</i> .....	58
<i>3.2.3.5 Modelagem das fôrmas</i> .....	60
<i>3.2.3.6 Modelagem das armaduras</i> .....	64
<b>3.2.4 Extração de quantitativos do Revit</b> .....	65
<b>3.2.5 Elaboração do orçamento no Microsoft Excel</b> .....	68
<b>3.2.6 Conexão direta do Revit com o software de orçamentação Arquimedes</b> .....	70
<i>3.2.6.1 Inserção do banco de dados</i> .....	70
<i>3.2.6.2 Estabelecimento do vínculo do Arquimedes com o Revit</i> .....	75
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	83
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	88
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	90
<b>APÊNDICE A – ESCOPO ANALÍTICO DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA</b> .....	93



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Considerações gerais

A inovação surge a todo instante no setor da construção e, com a ajuda do avanço tecnológico, as modernas empreitadas quebram paradigmas construtivos. No entanto, este aumento de complexidade nas edificações acarreta na execução dos trabalhos uma considerável diminuição da produtividade, demora na realização das tarefas, falhas de projeto, maior carga de trabalho e erros na construção.

Soma-se a isso o fato de que, na indústria da construção, diferentemente de outras indústrias, não é possível designar linhas de montagem que se aprimoram, produzindo certo produto de maneira cada vez mais eficiente e lucrativa. Cada empreitada é objeto de um projeto único, diferente de qualquer outro, e mesmo que, ao que parece, o tamanho da construção, a sua compartimentação interior e utilização futura sejam as mesmas, vários outros fatores internos e externos são distintos durante a sua execução. Essa conjuntura torna difícil o emprego de processos construtivos que se repitam e se tornem mais rentáveis em obras posteriores.

Ademais, um dos principais obstáculos no setor da construção civil no Brasil diz respeito à ausência de qualidade dos projetos, o qual está relacionado a outro importante problema: o demorado ciclo temporal para realização de obras no País. A maioria desses impasses de obras provém de projetos inadequados, tanto de edificações como de infraestrutura, muitas vezes colaborando para o aparecimento de patologias construtivas, adicionais de serviços, aumentos dos custos e a ampliação dos prazos de execução das atividades, sendo o setor da construção civil reconhecido como um dos mais ineficientes da indústria atualmente (LUKE, 2012). Outra das suas características é o fato de ser usualmente tradicional e avesso à mudança. Numa realidade em que os inconvenientes financeiros são uma constante, proporcionando níveis de competitividade altamente elevados, é fundamental modificar este tipo de conduta.

Dessa forma, a cadeia produtiva da construção precisa adotar tecnologias e processos mais eficazes na sua prática, almejando melhorar a qualidade de seus projetos e aprimorar sua produtividade. Essa rápida evolução tecnológica repercute nos mais diversos setores de atividade, exigindo uma cada vez mais veloz atualização dos processos de gestão e controle das tarefas produtivas por meio das partes envolvidas, sejam estas organismos públicos, empresas privadas ou profissionais ativamente envolvidos.

Sabe-se ainda que todo e qualquer empreendimento de construção civil demanda para seu êxito uma série de procedimentos, como um estudo de viabilidade econômica, um orçamento minucioso e um exigente acompanhamento físico financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Observando este contexto, a eficácia em custos se tornou um fator primordial para o sucesso das empresas com foco de estratégia competitiva. São imprescindíveis informações sobre custos que tanto auxiliem o planejamento e o controle da produção como incentivem a produtividade e ajudem no processo de melhoria contínua (JOHNSON E KAPLAN, 1987).

Shen *et al.* (2010) relatam que a geração de uma estimativa de custos pormenorizada de uma construção é uma atividade crítica e extensa. Estimativas de custos pouco consistentes são designadas como um dos principais motivos que contribuem para a baixa taxa de sucesso do setor. Uma estimativa de custos excessivamente detalhada, em contrapartida, infere que muito tempo foi despendido nas etapas de visualização, interpretação e entendimento dos projetos, nas informações das especificações e no cálculo de mão de obra, materiais e equipamentos.

Desse modo, uma etapa crucial de todo empreendimento de construção, levando-se em consideração o mercado competitivo atual, é a orçamentação. O propósito principal de um orçamento é prever os custos do projeto o mais próximo possível da realidade, evitando assim dois cenários adversos para a empresa: a sobreorçamentação e a suborçamentação. Uma sobreorçamentação pode resultar na perda da concorrência almejada pelo empreiteiro. Já a suborçamentação pode ocasionar prejuízos consideráveis.

Dentro de um orçamento de obras civis, constam o levantamento dos serviços a serem executados, seus quantitativos, os respectivos preços unitários e o preço global do investimento (COELHO, 2001). O levantamento das quantidades é, historicamente, elaborado por meio da análise do projeto desenvolvido, das especificações técnicas apresentadas e das plantas construtivas (DIAS, 2004).

Atualmente, os processos de orçamentação e estimativa de custos realizados na maior parte das organizações ainda são extremamente arcaicos e, se trata apenas do serviço de analisar uma planta 2D com a intenção de se extrair quantidades em 3D. A medição é feita muitas vezes à mão, os resultados não são precisos e a possibilidade de erros é iminente. Quanto maior e mais complexa a edificação, mais ineficiente se torna o processo.

Muitos dos desvios ocorrem na etapa de levantamento de quantitativos, o que faz

com que o equívoco se propague gradualmente ao longo de todo o orçamento. Isto é, um erro no levantamento de quantitativos pode ser gravemente retratado na estimativa do custo final de uma obra, afetando, assim, a tomada de decisão das organizações.

Nesse sentido, o BIM (*Building Information Modeling*) é visto cada vez mais como um iminente substituto das ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) e seus desenhos bidimensionais (planos, elevações, cortes, entre outros), levando em conta que é preciso deixar de optar somente por simples representação de linhas, formas, dimensões e textos, e priorizar um modelo que associe elementos individuais e parametrizados, por meio de uma modelagem orientada por objetos e informação ao mesmo tempo (EASTMAN *et al.*, 2014). A Figura 1 mostra o modelo virtual de um empreendimento arrojado que está sendo construído atualmente no município de Fortaleza em que, desde sua concepção, foi utilizada a metodologia BIM.

Figura 1 – BS Design, empreendimento adepto à metodologia BIM em Fortaleza



Fonte: Página virtual da empresa BSPAR Incorporações<sup>1</sup>.

No que é referente à etapa de orçamentação de obras, a utilização dessa metodologia permite que toda alteração de projeto seja atualizada no modelo unificado de modo automático, sem necessitar de retrabalho em folhas de projetos já existentes. A interferência do BIM no orçamento é muito significativa, os benefícios de sua utilização ao orçar são diversos: é possível

---

<sup>1</sup> BSPAR INCORPORAÇÕES. **Imagens**. Disponível em: < <http://bsdesign.com.br/imagens/>>. Acesso em jul. 2017.

obter quantitativos de maneira precisa e automática, diminuindo a variabilidade na orçamentação e aumentando a agilidade e a eficiência do processo. A metodologia é auxiliada por *softwares* que possibilitam a investigação de uma mudança de projeto simultaneamente e a seguinte comparação entre custos de cada opção, sem deixar a atividade de orçamentação sobrecarregada.

Neste contexto, a presente pesquisa investiga a viabilidade de utilização da metodologia BIM de modo a aperfeiçoar o processo de orçamentação de obras, ajudando de forma significativa na sustentabilidade da indústria da construção, por meio da melhoria na eficiência de produção, alcançando assim os níveis de competitividade desejados.

## **1.2 Justificativa e questões motivadoras**

### ***1.2.1 Justificativa***

Os projetos da atualidade apresentam uma maior exigência em relação aos custos e aos prazos de sua execução. Observa-se que o método atual de gestão, baseado nos projetos em duas dimensões e ausente de um banco de dados detalhado, não consegue atingir a demanda de qualidade atual.

De fato, a forma tradicional de se extrair quantitativos tem apresentado importantes falhas na fase de orçamentação do empreendimento e, conseqüentemente, em todo o seu planejamento.

Dessa forma, o BIM parece ser um grande aliado nessa mudança desejada, visto que é capaz de fornecer detalhes espaciais e quantidades de materiais diretamente do modelo, aumentando a precisão no gerenciamento de recursos. Segundo Toenjjes (2000), a estimativa de dados gerada automaticamente economiza tempo e reduz a possibilidade de erros e falhas na extração de quantitativos.

Mesmo com tantos benefícios ofertados, são poucos os escritórios de arquitetura e engenharia que buscam aderir a essa nova metodologia no Brasil. Com isso, faz-se necessária a sua difusão por meio de estudantes e profissionais da área, fortalecendo a importância da inovação e do aperfeiçoamento das técnicas e objetivando a integração de diversas informações necessárias ao processo de orçamentação numa única plataforma, e a conseqüente diminuição de incompatibilidades no levantamento de custos na construção civil.

### ***1.2.2 Questões motivadoras***

As questões que motivam o presente trabalho estão listadas a seguir:

- Se o processo de orçamentação é tão importante para o sucesso dos empreendimentos, identificar as fontes de erros nessa atividade é de extrema importância. Quais as principais fontes de equívocos no decorrer desse processo?
- Quais são as práticas inerentes à elaboração de um orçamento mais difundidas atualmente?
- De que forma a aplicação do *Building Information Modeling* pode auxiliar na otimização da atividade orçamentária e, conseqüentemente, em todo o planejamento da empreitada?
- Caso a metodologia BIM realmente apresente vantagens consideráveis em relação ao método tradicional de orçar, quais ainda são as dificuldades e os desafios de se implementar esse método nos escritórios brasileiros?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo geral***

Analisar a aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

A partir do objetivo geral adotado, os seguintes objetivos específicos podem ser definidos:

- Entender o processo de orçamentação no método tradicional com o intuito de conhecer suas aplicações e limitações;
- Apresentar o conceito de BIM e sua filosofia de trabalho na elaboração de orçamentos;
- Integrar o modelo 3D paramétrico com o orçamento a partir de um estudo de caso de acordo com a metodologia BIM;
- Avaliar os ganhos e desafios resultantes da aplicação do BIM no processo de orçamentação se comparada ao método tradicional.

## **1.4 Estrutura da monografia**

Neste primeiro capítulo, foram apontadas as considerações gerais sobre o trabalho, justificativa, questões motivadoras e os objetivos que se procura alcançar.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica referente ao processo orçamentário na construção civil brasileira e à metodologia BIM, bem como sua adoção e potencialidades.

A metodologia do trabalho é retratada no capítulo 3, o qual menciona todos os passos para obtenção dos resultados desejados, bem como a formulação do estudo de caso.

O capítulo 4 disserta sobre os principais resultados obtidos durante o estudo de caso, incluindo suas análises e discussões.

Por fim, os principais pontos que puderam ser concluídos a partir dos dados analisados estão dispostos no capítulo 5.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Orçamento na construção civil**

#### ***2.1.1 Importância e contextualização***

Ao se estudar determinado projeto, um dos primeiros dados que o empreendedor busca conhecer é o orçamento da obra. Toda construção, de fim lucrativo ou não, requer gastos significantes e por isso devem ser quantificados para que se analise, de acordo com seu valor, se o empreendimento em estudo será viável ou não. (GOLDMAN, 1999).

Por isso, a elaboração de um orçamento é fundamental para se planejar bem, visto que ele determina as metas a serem cumpridas pela empresa responsável, garantindo seu sucesso. Segundo Coelho (2006), apenas depois da conclusão do orçamento se torna possível determinar a viabilidade técnico-econômica do empreendimento, o cronograma físico-financeiro da obra, o cronograma detalhado do empreendimento e os relatórios para acompanhamento físico-financeiro.

Jungles (2006) complementa que não se pode controlar aquilo que não se conhece. Dessa forma, o controle e o conhecimento dos custos num mercado competitivo como o da construção civil têm crucial importância no que tange à competitividade e a sobrevivência da empresa.

#### ***2.1.2 Aspectos conceituais de orçamentação***

Há controvérsias quando se trata de definir orçamento. Essa questão tem levantado inúmeros debates e contestação entre os especialistas na área. De maneira resumida, o orçamento é uma estimativa do custo, que pode apresentar diversas interpretações de especialistas da área, contudo, sempre busca focar no fato de que é impossível garantir ou determinar um custo exato, objetivando, entretanto, que o grau de certeza se aproxime de 100%, ou seja, que o custo orçado esteja o mais próximo possível do custo real. O nível de exatidão do orçamento está relacionado diretamente à fase de desenvolvimento do projeto, isto é, maior é a precisão do orçamento quanto mais detalhado ele for.

De acordo com Limmer (1997), pode-se definir orçamento como sendo a estimativa dos gastos necessários para a realização de um projeto, seguindo um plano de execução anteriormente estabelecido, atendendo aos seguintes propósitos:

- Determinar quanto custa a execução de cada serviço ou atividade;
- Estabelecer-se como um documento de contrato, sendo usado como referência para o faturamento da empresa executora do projeto e para eliminar possíveis dilemas quanto a pagamentos;
- Ser utilizado como base na análise dos rendimentos obtidos dos recursos empregados na execução do projeto;
- Servir de instrumento de controle da execução do projeto, fornecendo informações para o desenvolvimento de coeficientes técnicos confiáveis, visando o aperfeiçoamento da capacidade técnica e da competitividade da empresa executora do projeto no mercado.
- Orientar o processo de tomada de decisões econômicas de uma empresa, fornecendo uma visualização antecipada dos recursos operacionais de um empreendimento de construção civil.

### ***2.1.3 Elementos do orçamento***

De um modo simplista, o orçamento de um empreendimento é constituído pelos seguintes dados: quantitativo de serviços que serão executados na obra, consumo unitário, advindo de indicadores de produtividade da mão de obra e consumo de materiais por unidades de serviço e o preço unitário dos materiais e da mão de obra (MARCHIORI, 2009). Para a realização de um orçamento, necessita-se de todos os projetos com suas devidas especificações, os memoriais descritivos da obra e o planejamento de como a obra será executada.

Compreende-se por quantitativo o “levantamento das quantidades (áreas, volumes, perímetros, unidades) de serviços que compõem os projetos executivos, vinculados às respectivas especificações técnicas e critérios de medição.” (PINI, 1999).

Desse modo, é dever do orçamentista compreender bem as técnicas dos serviços que serão executados na obra, isto é, entender como será feito e quais serão os materiais necessários. Segundo Mattos (2006), essa é uma das etapas que mais demanda intelectualmente de quem está orçando, exigindo dele a correta leitura de projeto, contagens, cálculos de áreas, volumes e comprimentos, consulta de tabelas de engenharia, conversões, etc.

Para Marchiori (2009), a ausência de padrão para se levantar quantitativos pode ser apontada como uma das origens de inexatidão no custo final do orçamento, assim como a falta de conhecimento sobre a relação crucial entre o coeficiente de consumo da composição de custo e seu respectivo critério de medição.



Uma composição unitária é composta pela definição da especificação do serviço a ser realizado, sua unidade de medida e a identificação dos componentes a serem utilizados (materiais, mão de obra e equipamentos) necessários à sua execução, associados às respectivas unidades e coeficientes de consumo para viabilizar uma quantidade unitária do serviço (PINI, 1999).

Finalmente, o preço dos insumos é uma variável obtida por meio de uma pesquisa de preços junto aos fornecedores. No que se refere à mão de obra, o tipo de contrato determinado pela empresa (mão de obra própria ou horistas, mão de obra por tarefa e mão de obra subempreitada) é que define o valor. De acordo com Cabral (1988), sabendo da imensa variedade de materiais de construção existente no mercado, é ideal que eles sejam especificados da forma mais detalhada possível antes da determinação do preço dos insumos.


Existem ainda tabelas de composição de preços de serviços publicadas periodicamente, tais como a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), da Editora Pini, a da Secretaria da Infraestrutura (SEINFRA), da Revista Construção & Mercado e do Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Cabral (1988) defende que a produtividade de cada serviço é influenciada por inúmeros fatores, sejam eles a motivação, as condições do clima, o aperfeiçoamento técnico, o tipo de contrato efetuado, entre outros. Dessa maneira, os índices utilizados nas composições unitárias são valores não determinísticos, de forma que seria mais realista se fossem obtidos a partir do sistema construtivo observado em cada organização. Ademais, tais índices tomam como referência a produtividade das empresas líderes no setor construtivo, isto é, o uso desses índices pode distorcer o gerenciamento de custos das empresas visto que a maioria delas apresenta produtividade inferior.

Das tabelas de composição citadas anteriormente, uma das mais utilizadas no mercado é a tabela SINAPI, que pode ser definida como um banco de dados atualizado mensalmente para as 27 capitais brasileiras, contendo as composições e insumos usados em empreendimentos que contam com o financiamento da Caixa Econômica Federal.

Na Figura 2 é demonstrada a descrição de cada insumo, sua respectiva unidade de medida, o código que o identifica, bem como a origem e o valor do preço mediano. O mês de coleta também apresentado garante que estão sendo usados os dados mais recentes.

Figura 2 – Tabela SINAPI – Preços de Insumos



## PREÇOS DE INSUMOS

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: **04/2017** Pesquisa: **IBGE**

Localidade: **FORTALEZA** Encargos Sociais (%) Horista: **118,24** Mensalista: **74,40**

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00000368	AREIA PARA ATERRO - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	43,12
00011075	AREIA PARA LEITO FILTRANTE (0,42 A 1,68 MM) - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	941,56
00011076	AREIA PRETA PARA EMBOCO - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	71,87
00001381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	CR	0,55
00034353	ARGAMASSA COLANTE AC-II	KG	CR	1,11
00037595	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	KG	CR	1,68
00037596	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII E	KG	CR	2,49

Fonte: Caixa Econômica Federal (2017).

A Figura 3 apresenta a composição do serviço e seu custo total. Os códigos são imprescindíveis para a identificação da atividade dentro da planilha orçamentária.

Figura 3 – Tabela SINAPI – Custo de Composições

### SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

PCI.817.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO

DATA DE EMISSÃO: 16/05/2017 AS 01:45:17

DATA REFERÊNCIA TÉCNICA: 13/05/2017

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 118,24%(HORA) 74,40%(MÊS)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
94288	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO C M URVO, 30 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	33,21
94289	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO R M ETO, 45 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	32,25
94290	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO C M URVO, 45 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	39,83
94291	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO R M ETO, 60 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	38,50
94292	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO C M URVO, 60 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	46,08
94293	EXECUÇÃO DE SARJETÃO DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO M RETO, 100 CM BASE X 20 CM ALTURA. AF_06/2016		CR	97,73
94294	EXECUÇÃO DE ESCORAS DE CONCRETO PARA CONTENÇÃO DE GUIAS PRÉ-FABRICADAS	M	CR	5,01

Fonte: Caixa Econômica Federal (2017).

As tabelas do SINAPI podem ser do tipo desonerado ou não desonerado. As organizações que descontam 2% sobre o faturamento podem desonerar a folha de pagamento. Nos outros casos, devido aos encargos sociais, são descontados 20% sobre a folha de pagamento.

Além dos custos diretos, que são compostos de mão de obra, materiais e equipamentos, também são orçados os custos indiretos, referentes a equipes administrativas e técnicas, manutenção do canteiro de obras, taxas e tributos, etc.

Tais custos indiretos somados com os riscos de eventualidades, com o lucro desejado pela empresa e com os impostos formam o índice de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI). Esse índice serve para incluir essa soma dentro da planilha orçamentária, sendo tais despesas diluídas dentro dos custos diretos.

#### ***2.1.4 Etapas de orçamentação***

Jungles (2006) apresenta uma metodologia dividida em cinco etapas para a elaboração do orçamento, como descrito abaixo:

- 1ª Etapa: Dividir o orçamento em fases, etapas, subetapas e elementos de acordo com os processos construtivos adotados formando seu escopo.
- 2ª Etapa: Enumerar as atividades necessárias para realizar uma etapa, ou subetapa, com base na tecnologia a ser adotada para a realização do empreendimento.
- 3ª Etapa: Definir a produtividade para cada atividade, identificar os insumos necessários e os respectivos preços unitários.
- 4ª Etapa: Estimar as quantidades das atividades tendo por base os projetos e memoriais descritivos. Na ausência deles, é possível estimar as quantidades através de índices associados às áreas construídas.
- 5ª Etapa: Compor os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra necessários à realização de cada atividade, acrescentando os encargos sociais somente sobre a mão de obra. Após totalizar os custos, fazer incidir o BDI, obtendo-se, assim, o preço de cada serviço, etapas e fases da obra.

#### ***2.1.5 Tipos de orçamento***

Segundo Andrade (2002), são diversos os tipos de orçamento utilizados no setor da construção civil. Dentre eles, podemos citar:

- Convencional: feito a partir de composições de custos, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço;
- Executivo: preocupa-se com todos os detalhes de como a obra será executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo;

- Paramétrico: é um orçamento aproximado, utilizado em estudos de viabilidade ou consultas rápidas de clientes. Está baseado na determinação de constantes de consumo dos insumos por unidades de serviço;
- Método pelas características geométricas: baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício de estudo;
- Processo de correlação: o custo é correlacionado com uma ou mais variáveis de mensuração, podendo ser uma correlação simples (produtos semelhantes) ou uma correlação múltipla (o projeto é decomposto em partes ou itens).

O orçamento executivo propõe a quantificação dos custos para cada período desejado (semanas, meses, trimestres), ou seja, na medida em que o empreendimento vai sendo construído, conseguindo assim apresentar uma margem de erro inferior ao orçamento convencional (WITICOVSKI, 2011).

Este trabalho tem enfoque nos métodos de elaboração de um orçamento convencional levando em conta apenas os custos diretos, sendo estes obtidos com o auxílio da tabela SINAPI do tipo não desonerado.

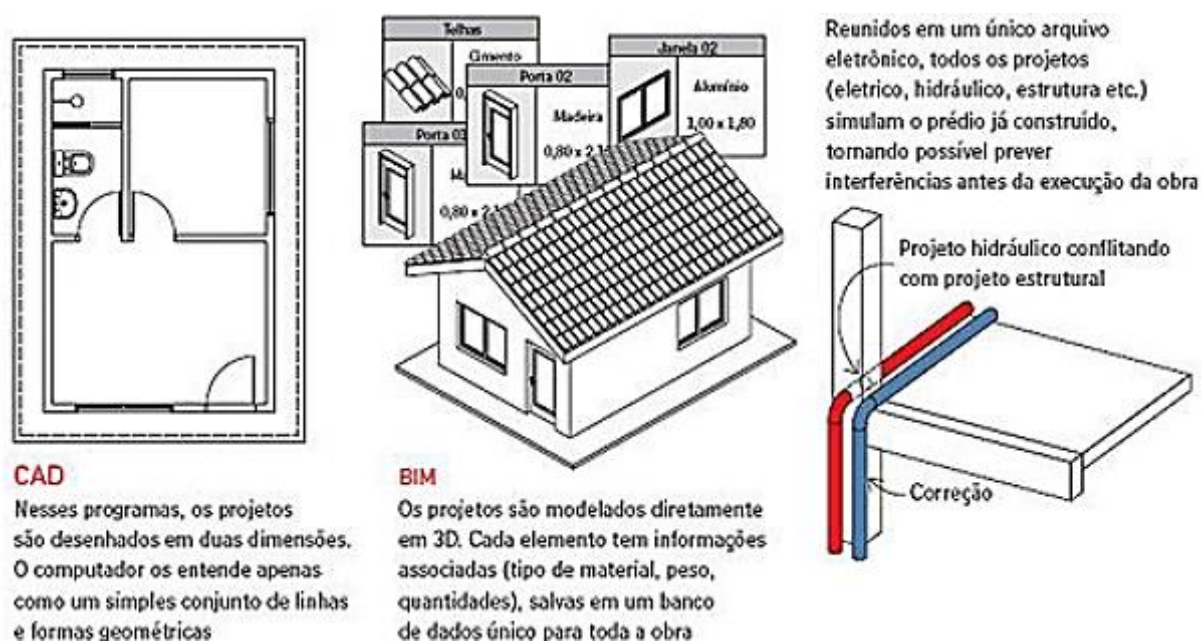
## **2.2 Building Information Modeling**

A modelagem da informação da construção, também conhecida pelo termo BIM (*Building Information Modeling*) é uma metodologia com reconhecida potencialidade para transformar positivamente a indústria da construção civil, melhorando consideravelmente seus processos e produtos (AYRES FILHO, 2009).

Na transição dos desenhos manuais para o CAD, as vantagens foram imediatas, sobretudo em relação ao tempo e aos custos que envolviam o processo. Contudo, não houve benefícios expressivos em outros pontos, já que o método em si não apresentou muitas transformações, simplesmente saindo do desenho manuscrito para o digital, acrescentando poucas informações realmente válidas para quantificar e classificar os elementos da construção e auxiliar na tomada de decisões durante todo o ciclo de vida da edificação.

Por meio da mudança do processo de projeto, despertou-se a ideia de modelar os objetos em vez de simplesmente desenhá-los em 2D como pode ser visto na Figura 4 abaixo. Esse foi o ponto inicial para a criação do BIM, que vai muito além da modelagem em *softwares*, sendo, na realidade, uma moderna filosofia de desenvolvimento de projetos, apresentando conceitos que são realmente importantes e inovadores.

Figura 4 – Diferença entre o modelo CAD e o BIM



Fonte: FARIA, 2007.

A verdadeira proposta do BIM é de que a edificação seja construída virtualmente no computador, antes de sua real construção, no canteiro, se caracterizando como um processo que liga os *stakeholders* em um arranjo virtual de projeto cooperativo, assegurando que a informação agregada por cada envolvido seja integrada em uma só fonte de dados, o modelo do empreendimento (EASTMAN *et al.*, 2014).

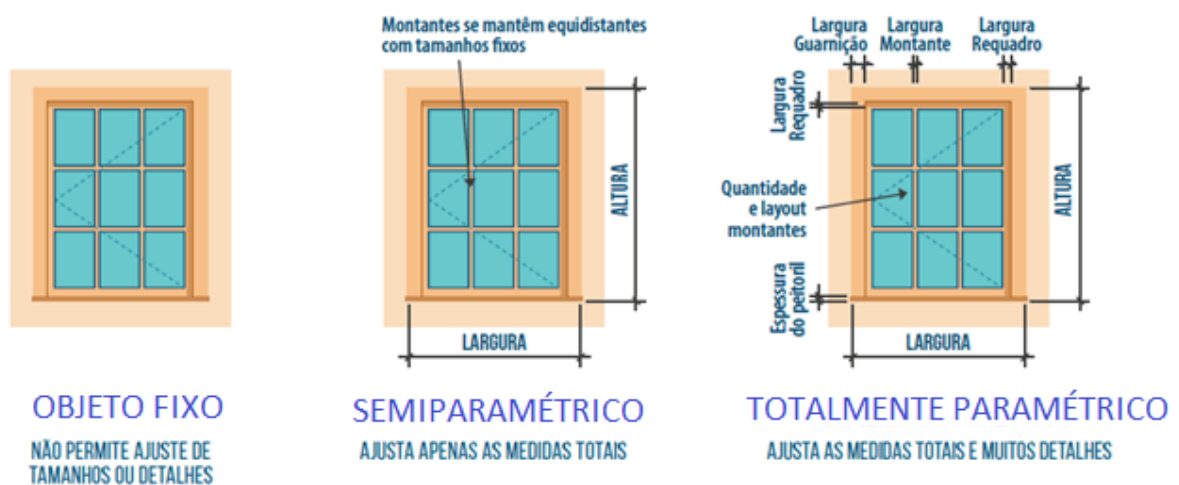
Tal modelo tem a capacidade de arquivar e dinamizar a troca de informações de projetos e construção entre os profissionais, desenvolvendo modelos tridimensionais que reproduzem todas as propriedades físicas e funcionais do edifício e que tem um enorme potencial no auxílio de tomada de decisões em diversos estágios do projeto.

No BIM, os projetos são necessariamente mais detalhados, não apenas por causa das informações relacionadas ao modelo, mas inclusive pela automatização dos seus objetos, colaborando para a diminuição das causas referentes à escassez de detalhes de projetos.

### 2.2.1 Modelagem paramétrica

O potencial do BIM é alcançado por meio da utilização de dados paramétricos (dados baseados em parâmetros) em todos os elementos inseridos nas ferramentas de *software*. Isso porque edifícios são formados por inúmeras partes individuais e por uma enorme gama de conexões. Uma modelagem dessa categoria requer que esses segmentos sejam agrupados em componentes definidos por parâmetros que possam ser programados em conformidade com a necessidade do usuário. Essa capacidade pode ser mais bem entendida na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Objetos inteligentes em BIM (totalmente paramétricos)



Fonte: CATELANI, 2016.

A modelagem paramétrica poupa tempo, proporcionando a formação e edição de inúmeras porções do modelo de forma muito veloz, além de poder criar instantaneamente cortes, elevações e projeções em 3D, precisando de um número bem menor de vistas 2D. Este mecanismo do desenho paramétrico permite que a documentação impressa seja obtida de maneira rápida e eficiente.

Vale ressaltar que, enquanto nas usuais ferramentas CAD todas as características da geometria de um objeto devem ser editadas manualmente, a forma e a geometria de um objeto paramétrico se ajustarão de maneira automática às mudanças realizadas no contexto no qual ele está inserido, conseguindo atualizar instantaneamente todo o projeto, incluindo materiais, quantitativos, custos e cronogramas de construção.

De maneira resumida, o BIM constitui-se de um banco de dados que, além de reproduzir a geometria dos elementos construtivos em três dimensões, é capaz de armazenar suas propriedades e, por conseguinte, transmite mais informação do que modelos CAD

tradicionais. Esse processo incentiva a experimentação, reduz conflitos entre elementos construtivos, simplifica revisões e aumenta a produtividade (FLORIO, 2007).

Assim sendo, a variação paramétrica torna-se um poderoso instrumento digital para explorar configurações geométricas diferentes em projetos AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), sendo ela uma característica dos modelos BIM que mais agrega vantagens.

### **2.2.2 Interoperabilidade**

Outra característica de grande importância na metodologia BIM é a interoperabilidade, definida como a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usarem o que foi trocado. Um modelo que apresenta esse recurso está direcionado para a real definição do BIM e ao seu desejado potencial de oferecer resultados (AZEVEDO, 2009).

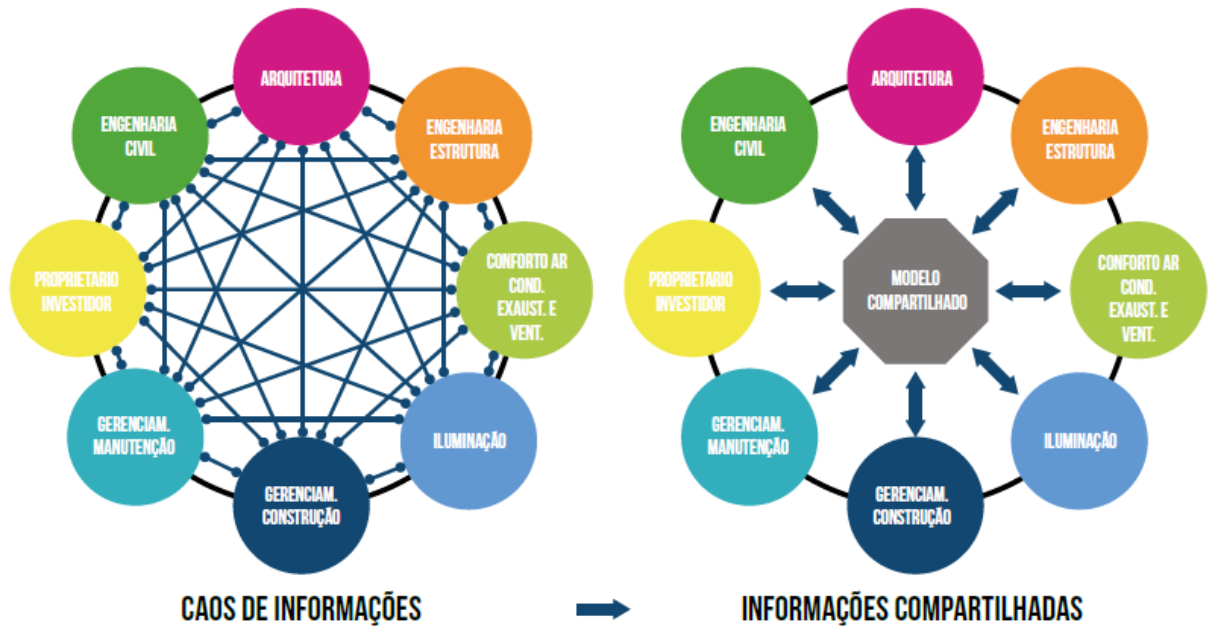
Ao longo do ciclo de vida do projeto, os diferentes participantes precisam trocar informações em todas as várias fases do processo. Para cada atividade dentro de uma especialidade, são utilizados tipos diferentes de aplicativos computacionais. Estes precisam ser interoperáveis. Da mesma maneira que arquitetura e construção são atividades colaborativas, as ferramentas que as apoiam também precisam ser. (EASTMAN *et al.*, 2014).

A falha no processo de interoperabilidade dos dados obtidos pelos *softwares* pode gerar repetição ou equívocos na geração dos objetos, transmissão errônea de dados e irregularidades por divergências de parâmetros entre os elementos construtivos.

Para propiciar a troca de informações entre os diversos programas sem a perda de dados e de maneira eficiente, a indústria AEC criou um formato de linguagem conhecido como *Industry Foundation Classes* (IFC), fundamentado no padrão de transferência de dados *Standard Exchange of Product Model Data* (STEP), mesma linguagem da indústria manufatureira.

A aplicação do IFC possibilita que os envolvidos, ao utilizarem qualquer plataforma BIM, obtenham acesso direto e imediato às informações do projeto como pode ser identificado na Figura 6. Essa facilidade é capaz de gerar um aumento na qualidade do projeto, já que o empreendimento será construído virtualmente antes de ser executado, antecipando a descoberta das incompatibilidades para a fase de projeto.

Figura 6 – Interoperabilidade da metodologia BIM

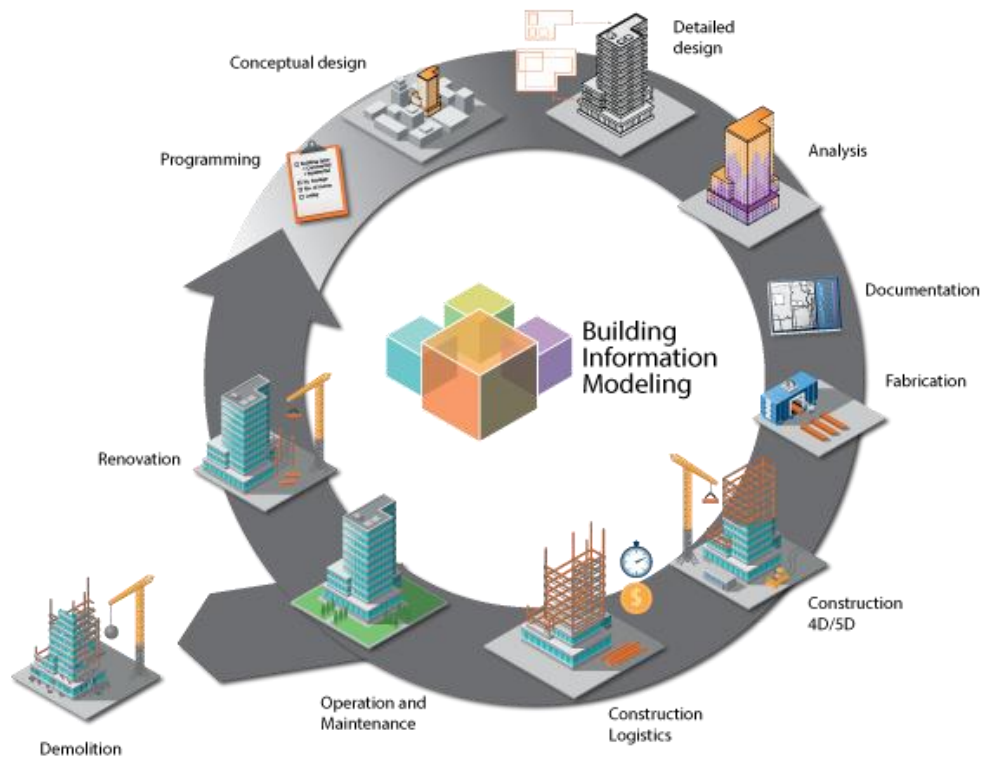


Fonte: CATELANI, 2016.

Devido à interoperabilidade, uma característica fundamental do BIM pode ser alcançada: o desenvolvimento por meio da retroalimentação de informação. A evolução do modelo e as informações relevantes do projeto são cíclicas, e como todo o processo é desenvolvido por diferentes profissionais, a informação disponível aumenta gradualmente em número, complexidade e relatividade. Em um projeto sistematizado e eficiente, a informação é continuamente reciclada por meio do BIM em um nível cada vez mais detalhado e coordenado durante todo o ciclo de vida da edificação como ilustra a Figura 7. (KYMMELL, 2008).



Figura 7 – Metodologia BIM em todo o ciclo de vida da edificação



Fonte: Blog virtual MakeBIM <sup>2</sup>.

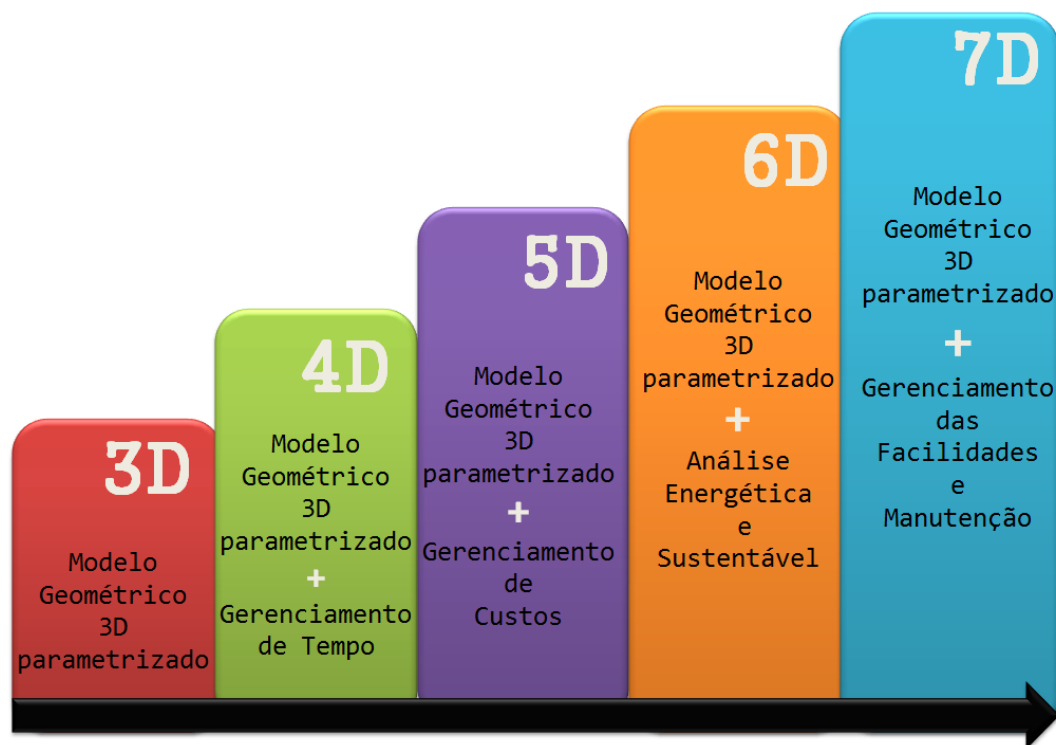
<sup>2</sup> MAKE BIM. **Colaboração e troca de modelos BIM**. Disponível em: <<http://www.makebim.com/2017/05/17/colaboracao-e-troca-de-modelos-bim/>>. Acesso em jul. 2017.

### 2.2.3 Multidimensionalidade do BIM (*nD Modeling*)

Segundo Aouad *et al.* (2003), o *nD Modeling* pode ser definido como uma extensão do modelo 3D paramétrico com a incorporação de todas as informações relevantes do projeto durante todo o seu ciclo de vida. Por meio do banco de dados, essas características podem ser obtidas instantaneamente, tais como cortes, elevações, plantas, cronogramas e custos.

Dessa forma, além dos dados geométricos, o BIM pode armazenar dados relativos ao cronograma, aos custos e à manutenção. Sendo assim, verificou-se a possibilidade de combinar todas as características geométricas de uma estrutura 3D com as demais informações referentes ao projeto, criando o conceito de multidimensionalidade no BIM definido como *nD Modeling*. Foram então criadas nomenclaturas para classificar os estágios de modelagem, como pode ser visto na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Multidimensionalidade do BIM



Fonte: Autora, 2017.

De acordo com Azevedo (2009), as demais dimensões alcançadas pelo BIM permitem que as mudanças entre o modelo, o custo e o cronograma sejam sincronizadas e analisadas com muita coordenação, possibilitando a visualização rápida de diversas alternativas de desenho e planejamento.

A modelagem 4D, por exemplo, pode ser descrita como o processo de planejamento de um empreendimento e visualização do modelo de acordo com o planejado, isto é, consiste

em visualizar o desenvolvimento da construção em terceira dimensão ao longo do tempo, sendo este último a quarta dimensão (WITICOVSKI, 2011). Os *softwares* e ferramentas que são especializados em modelagem 4D garantem a conexão direta entre o cronograma da obra e o modelo da construção (BIOTTO, 2012).

Já a modelagem 5D tem os custos como enfoque. Por conseguinte, é preciso projetar um paralelo entre a estimativa de custo e orçamento que, aliado ao quantitativo obtido por ferramentas BIM, possibilita atingir uma maior precisão e economia em orçamentos e cronogramas físicos financeiros (GOUVÊA *et al.*, 2013).

Por sua vez, no BIM 6D, são realizadas as análises de eficiência energética, do consumo de energia, das emissões de dióxido de carbono, contribuindo para a sustentabilidade e, conseqüentemente, para as diversas certificações existentes (selos de construção sustentável).

Por fim, no BIM 7D é onde acontece a gestão da manutenção, controlando a garantia dos equipamentos, planos de manutenção, informações referentes a fabricantes e fornecedores.

#### **2.2.4 Vantagens da adoção do BIM no processo de orçamentação**

Realizar um levantamento de custos de forma tradicional inclui a medição de todos os elementos de um edifício, utilizando-se de cotas e escalas. Este método pode ser bastante exaustivo, principalmente a transferências de medições para um arquivo, sendo que estas devem ser verificadas atenciosamente para garantir a precisão (ALDER, 2006). Ademais, é um processo demorado que pode demandar 50% a 80% do tempo que o orçamentista leva para chegar a uma estimativa de custo de um projeto (SABOL, 2008).

Como dito, ainda hoje os levantamentos de quantitativos são feitos baseados na determinação manual de medidas, contagem de objetos e cálculo de áreas e volumes. Como todas as atividades humanas, esses processos estão cercados de erros e exigem tempo.

Matipa (2008) aponta em seu trabalho que é indispensável que a documentação e os dados sejam cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana.

Desse modo, é notório perceber o BIM como potencial solução para as principais origens de erros em informações sobre tipos, quantificações e especificações de certos elementos e materiais no processo de projeto de um empreendimento. Essa metodologia permite

que a extração de quantitativos seja automatizada, uma vez que os objetos dentro de um modelo BIM (esquadrias, alvenaria, entre outros) são parametrizados.

Esta característica dos sistemas BIM é primordial para a elaboração de orçamentos que dependam do levantamento de quantitativos, principalmente no que se refere às licitações públicas e à necessidade de os órgãos públicos trabalharem de forma correta e transparente.

Ademais, com a automatização, também é possível estudar diversos cenários alternativos, encontrando diferentes soluções e fazer análises de impacto das alterações de projeto de maneira muito mais simples. O orçamentista, no que lhe concerne, começa a atuar com mais destaque no estabelecimento de preços unitários e menos na elaboração de quantitativos. Ainda melhor, eles se beneficiam da habilidade de responder rapidamente às mudanças ao longo das fases críticas do projeto, um desafio com o qual muitos orçamentistas se encontram todos os dias.

Por isso, orçamentistas e construtores devem reconhecer que o BIM pode dar suporte a tarefas específicas de orçamentação, minimizando falhas e maximizando a precisão e a confiabilidade do orçamento. O produto da quantificação realizada por meio do *software* junto a um banco de dados com as composições de custos de cada atividade gera uma estimativa de custos do projeto. Isto possibilita que as equipes de projeto foquem apenas nas informações e tomadas de decisões.

Entretanto, no caso de levantamentos que precisam ser mais rigorosos, certos problemas podem aparecer se o empreendimento não tenha sido modelado de maneira meticulosa. Esses são impasses que podem ser solucionados, mas, para isso, é preciso a adesão de uma ferramenta BIM específica e de um sistema de estimação de custos associado.

É válido ressaltar, como dito acima, que embora os modelos de edificações gerem medidas adequadas para o levantamento de quantitativos, sua utilização não sobrepõe o processo de orçamentação. O orçamentista exerce uma função importantíssima nesse método, e tal processo compreende a avaliação de condições que impactarão diretamente nos custos da obra. A constatação automática dessas condições por uma ferramenta BIM ainda não é exequível, fazendo os orçamentistas considerarem a adesão da metodologia BIM como uma maneira de facilitar as etapas do orçamento e permitir uma rápida visualização, identificação e avaliação de condições.

Para que o BIM obtenha êxito no levantamento de custos, é necessário que os projetistas e orçamentistas saibam coordenar métodos para padronizar os componentes de

construção e os atributos associados aos componentes para a extração de quantitativos, isto é, o desenvolvimento de processos eficazes dentro das organizações. Por exemplo, para um correto levantamento de custos em um processo de modelagem BIM, é preciso que todos os elementos construtivos e objetos sejam classificados de forma possam ser identificados com um único código dentro de todo o processo. As estimativas de custos obtidas a partir do modelo de construção serão mais precisas segundo o rigor e o nível de detalhe já modelado (EASTMAN *et al.*, 2014).

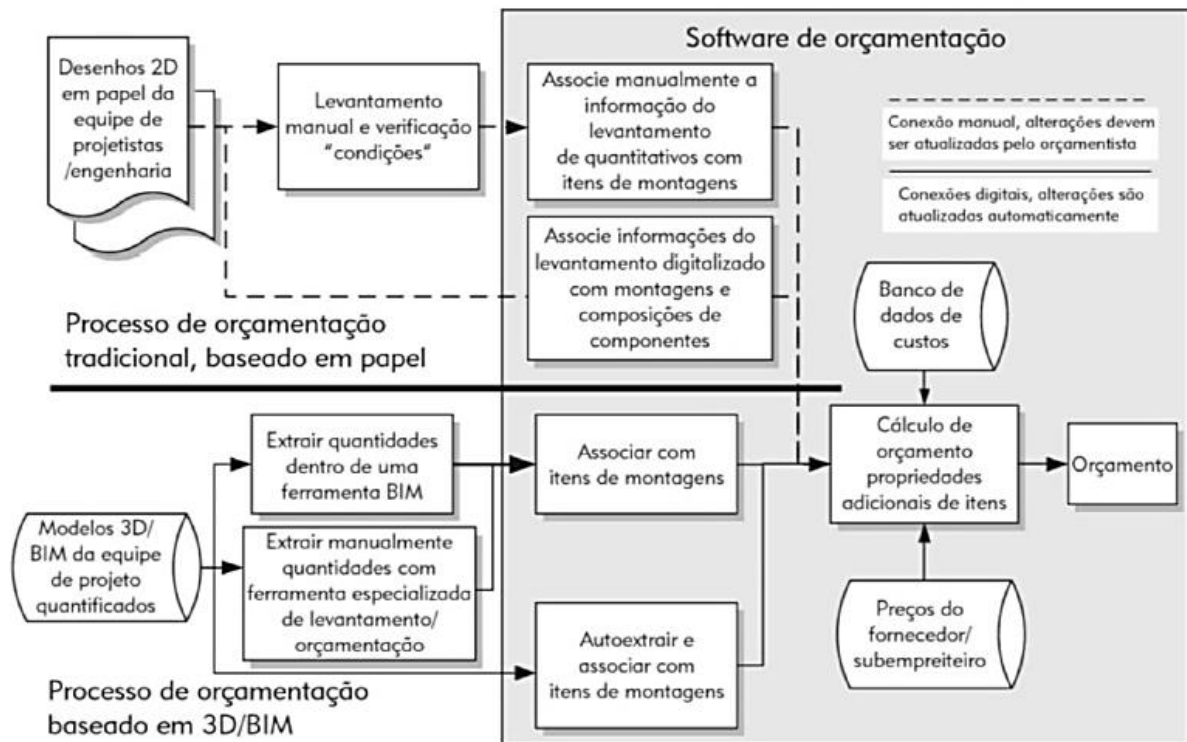
### **2.2.5 BIM como suporte ao processo de orçamentação**

O BIM tem sido utilizado de diversas maneiras ao longo do processo de levantamento de quantitativos e como suporte à atividade de orçamentação de empreendimentos.

Nenhuma ferramenta BIM ainda é capaz de prover todas as aplicabilidades de uma planilha eletrônica ou pacote de *software* específico para orçamentação, pertencendo ao orçamentista a responsabilidade de identificar qual método funcionará melhor para o seu processo de orçamentação específico. É necessária a transferência dos dados do modelo para uma ferramenta externa por formatos IFC ou por transferência direta (*plug-ins*), quando os *softwares* fazem uso do mesmo formato de definição de dados.

Segundo Eastman *et al.* (2014), orçamentistas possuem três opções para utilização do BIM como suporte ao processo de orçamentação. Ele retrata, de maneira resumida, como esse processo é realizado por meio da Figura 9.

Figura 9 – Diagrama conceitual de um processo baseado em BIM de um levantamento de quantidades e orçamentação



Fonte: EASTMAN *et al.*, 2014.

A primeira delas se resume em exportar quantitativos para uma planilha ou um *software* de orçamentação. Para vários profissionais, a possibilidade de gerar e associar dados relativos a quantidades utilizando planilhas personalizadas do *Microsoft Excel* normalmente já basta. Contudo, esse método pode exigir uma lista de reconfigurações consideráveis e um processo de modelagem padronizado no *software* BIM escolhido.

A segunda possibilidade é a utilização de uma ferramenta específica para levantamento de quantitativos, que importa dados de plataformas BIM e apresenta recursos para levantamentos manuais complementares. Dessa forma, os orçamentistas não necessitam aprender todos os artifícios contidos numa certa ferramenta BIM. No entanto, mudanças complementares no modelo da edificação exigem que quaisquer novos objetos sejam conectados a tarefas apropriadas de orçamentação, de forma que uma estimativa precisa de custos possa ser obtida a partir do modelo, dependendo do quão precisa e detalhada foi a modelagem.

A última alternativa é baseada na conexão direta entre o modelo BIM e o *software* de orçamentação por meio da utilização de um *plug-in* (módulo de extensão usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade específica), permitindo a associação de componentes do modelo diretamente às atividades da planilha,

composições ou itens no pacote de orçamentação. Essas composições determinam quais etapas e recursos serão precisos para a construção dos componentes da edificação. O modelo gráfico também pode ser ligado ao orçamento para que os objetos do modelo associados com cada item dentro daquela estimativa possam ser visualizados. Isso é bastante útil para identificar objetos sem estimativa de custos associados a eles.

Essa opção funciona bem para incorporadores que possuem um pacote de orçamentação e uma plataforma BIM já padronizados. Unir dados de componentes BIM de diferentes especialistas, no entanto, pode ser complicado de gerenciar se não forem utilizadas as mesmas ferramentas BIM. Se a equipe do empreendimento trabalha em única plataforma padronizada de *software*, essa abordagem pode ser adequada. Porém, o uso do método integrado de projeto e construção é indispensável, ou um documento oficial que associe os principais profissionais desde o começo da empreitada. De fato, integração antecipada e a colaboração entre as partes envolvidas são os fatores determinantes para o uso efetivo da metodologia BIM.

Nota-se que, nas primeiras opções, a metodologia BIM colabora somente com a automatização da listagem de quantidades. A terceira opção, no entanto, se diferencia pela automatização das atualizações da planilha orçamentária quando o modelo é modificado e a facilidade em comparar os custos de diferentes alternativas de projeto.

### ***2.2.6 Os desafios da implantação do BIM no Brasil***

A implantação do BIM no mercado brasileiro de edificação residencial e comercial está em desenvolvimento e necessita de ajustes para que consiga realmente proporcionar progressos à construção civil no País. Por um lado, questões de âmbito tecnológico e de interesses comerciais colocam em perigo a interação de todo o grupo produtivo. Do outro, a elaboração de bibliotecas de componentes (que assemelhem o sistema virtual da realidade da obra) e a qualificação de profissionais, condições essenciais para o melhor aproveitamento do potencial da ferramenta (BARONI, 2011).

De fato, uma das primeiras dificuldades com a qual os profissionais se deparam, ao introduzir os *softwares* modeladores no processo de projeto, é a carência de bibliotecas de objetos paramétricos. Muitas empresas têm criado sua própria biblioteca, o que, em certas condições, pode sanar o problema parcialmente. No entanto, a modelagem de objetos paramétricos é muito complexa e requer habilidades em tecnologia da informação para uma programação mais minuciosa. Muitas fabricantes de materiais de construção já vêm desenvolvendo bibliotecas digitais parametrizadas de seus produtos. Contudo, fornecedores

menos influentes no mercado, muitas vezes, não têm recursos que propiciem o investimento requerido para a produção dessas bibliotecas.

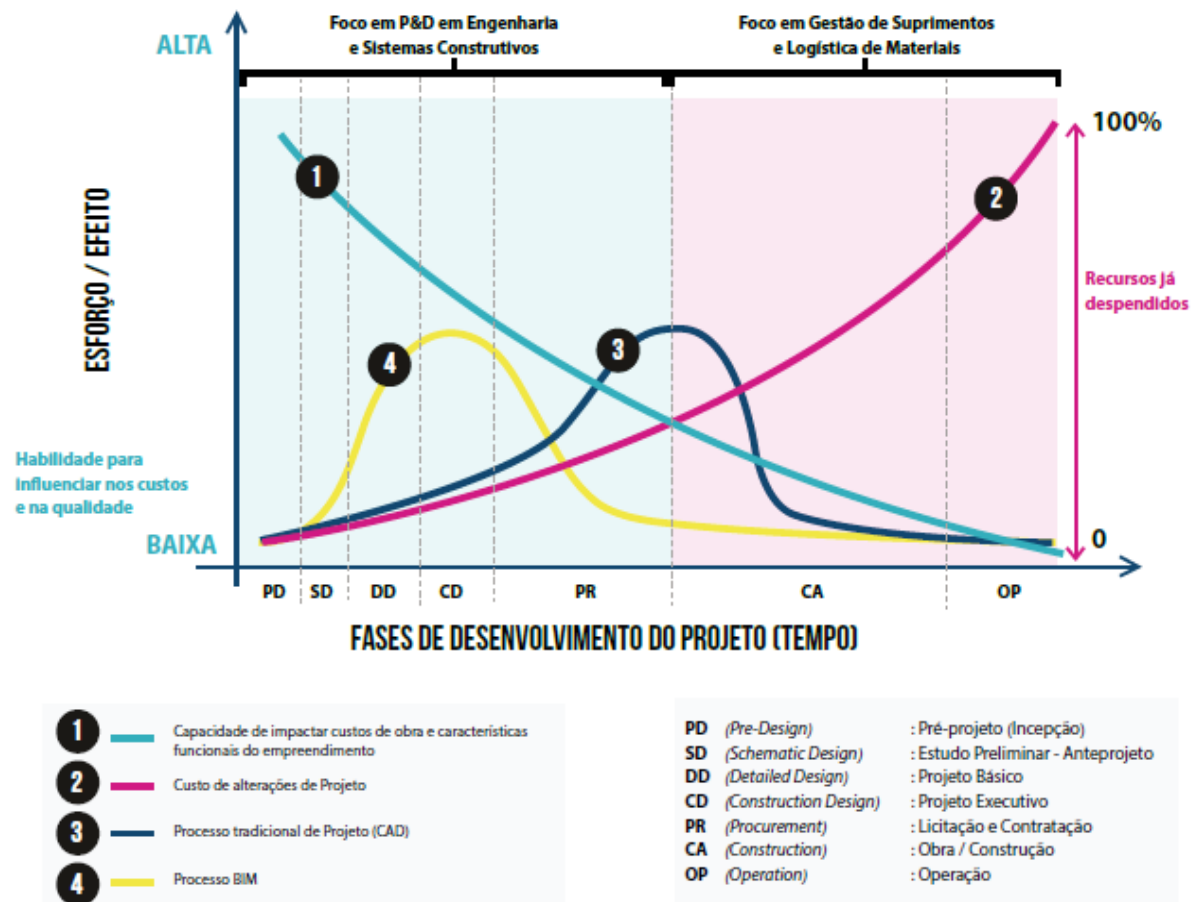
Na tentativa de contornar parte desses problemas, por uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) em 2009, foi formada a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134, responsável por elaborar normas técnicas sobre BIM. Já no ano seguinte, foi divulgada a norma ABNT NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação de informação, que estabelece diretrizes e uma estruturação para a concepção de sistemas de classificação das informações da construção, permitindo o desenvolvimento de sistemas de classificação compatíveis internacionalmente. Desde então, mais quatro normas foram divulgadas pela ABNT.

Outro obstáculo inerente à adoção dessa metodologia é a questão financeira, uma vez que a implementação do BIM é bastante onerosa, visto que, além do valor elevado dos *softwares* e seus pacotes complementares, ainda é considerada uma inicial queda de produtividade que, após o período de adaptação, tende a sumir. Em longo prazo, contudo, o investimento dá retorno e aumenta a produtividade e a qualidade dos projetos, pois a compatibilização em BIM traz tantos benefícios que as vantagens ao longo do tempo já explicariam os investimentos.

A partir do gráfico ilustrado pela Figura 10, nota-se que processos BIM requerem um maior empenho em suas etapas iniciais, porém, nas demais fases do projeto, seu esforço ou efeito causa menos impacto no desenvolvimento se comparado ao processo tradicional (CAD). Desse modo, uma abordagem diferente da tradicional, que antecipe os esforços de análise e projeção, permitirá alcançar resultados sensivelmente melhores (SANTOS, 2011).



Figura 10 – Gráfico comparativo entre o processo tradicional (CAD) e o processo BIM



Fonte: CATELANI, 2016.

A partir dessa constatação, é preciso encontrar caminhos viáveis e eficazes para a disseminação da filosofia BIM no País. A instalação de uma cultura de trabalho colaborativo, por exemplo, deve começar nas escolas de engenharia e arquitetura que, em sua maioria, parecem não ter se atentado para o ensino do BIM no Brasil, conforme afirma Manzione (2013). Nos países onde o BIM se desenvolveu de maneira mais forte, o apoio das universidades se tornou um grande aliado enquanto, no Brasil, o mesmo não ocorre, fazendo com que o atraso em relação a essas nações tenda a se perpetuar.

Ademais, é necessário aumentar os investimentos em tecnologias que ofereçam soluções para essas dificuldades em implantar o BIM e isso deve partir, principalmente, da iniciativa privada. O que o governo, em contrapartida, tem feito em alguns países que, naturalmente, se encontram em um nível mais avançado do uso de BIM, é exigir, em suas licitações, projetos na plataforma BIM. Isso incentiva a adoção generalizada do BIM e abre caminhos para que as grandes incorporações também comecem a exigir o mesmo, fortalecendo ainda mais o uso da metodologia e os progressos no setor.

Em vista das inúmeras vantagens mencionadas do BIM no processo de orçamentação, tais como sua capacidade de precisão, automatização e interoperabilidade, é crucial que todos os envolvidos nesse processo encarem essa metodologia como suporte para suas tarefas, minimizador de seus erros e apostem que, com o uso dos *softwares* e de toda a filosofia envolvida, o setor será muito mais eficiente e promissor.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Escolha do procedimento técnico

Para a realização deste trabalho, adotou-se uma metodologia de caráter exploratório com dados de natureza quantitativa e qualitativa. Ela consistiu, primeiramente, em uma revisão bibliográfica referente aos conceitos e aplicações da metodologia BIM e do processo de orçamentação no setor da construção civil por meio de teses, artigos, dissertações, revistas, livros e coletâneas sobre os assuntos. Esse embasamento teórico permitiu avanço no conhecimento sobre os tópicos relacionados à pesquisa e forneceu o suporte necessário para o posterior desenvolvimento do estudo.

O procedimento técnico de pesquisa escolhido para a realização deste trabalho foi um estudo de caso. Bonoma (1985) afirma que o estudo de caso é adequado para pesquisas sobre situações em que o evento analisado é abrangente, complexo, e deve ser estudado dentro do contexto. Desse modo, o estudo de caso é muito válido nas pesquisas que objetivam contextualizar e aprofundar a análise de determinado assunto. Em resumo, um estudo de caso envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

A escolha dos *softwares* mais adequados é de vital importância para o sucesso do trabalho, sendo interessante avaliar sua capacidade e sua abrangência, a facilidade do seu uso e familiaridade do usuário, a velocidade do processamento de informações, a facilidade de aquisição, a interoperabilidade e compatibilidade entre os *softwares* adotados, etc.

Desse modo, escolheu-se um empreendimento e foi desenvolvido seu modelo estrutural BIM no *software Autodesk Revit 2016*, visto que é um dos mais utilizados no mercado e é bastante acessível por meio de licenças estudantis gratuitas. Para isso, foi necessário obter todos os projetos de estrutura em formato “.dwg”, sendo utilizado o *software Autodesk AutoCAD*.

Dessa forma, deu-se um rigoroso trabalho de modelagem 3D paramétrica dos pilares, vigas, lajes e escadas. As quantidades que se deseja encontrar são os volumes de concreto, a quantidade de armaduras em quilogramas e a área de fôrmas em metros quadrados.

Vale salientar que, conforme divulgado pela PINI (2015), a etapa de superestrutura pode representar entre 28,5% a 34,9% do custo total de uma edificação de múltiplos pavimentos com elevador, sendo esta uma considerável parcela do orçamento total.

Ressalta-se que o modelo no *software* de cálculo estrutural pode ser importado para o *Revit* por meio de um *plug-in*. No entanto, durante esse processo, podem existir perdas de informação, visto que a interoperabilidade desse formato ainda contém alguns problemas que precisam ser vencidos. Dessa forma, pensando na precisão do estudo, optou-se por modelar toda a estrutura no *software* BIM escolhido.

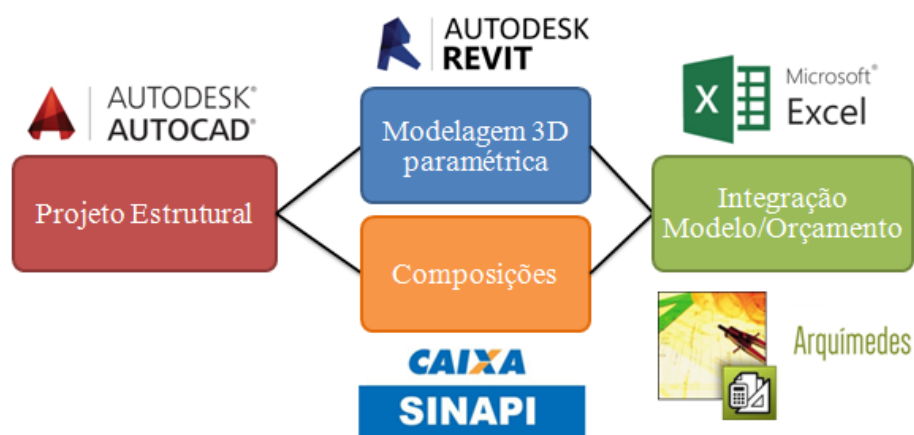
Após o processo de modelagem ter se completado, foram extraídos os quantitativos por meio da plataforma BIM (*Revit*) e estes foram comparados com os realizados por meio do método convencional (uso de desenhos em plataforma CAD 2D e planilhas) fornecidos pela empresa responsável pelo cálculo estrutural. Essa comparação permitirá a análise da precisão de ambos os métodos.

Em paralelo à etapa de modelagem, foi realizada a elaboração do escopo do orçamento na planilha do *Microsoft Excel*, com o auxílio das composições de serviços extraídas da tabela SINAPI, para que a modelagem já fosse orientada de acordo com o escopo definido. Por fim, integrou-se o modelo 3D paramétrico à planilha orçamentária.

Ademais, fez-se uso de um programa específico de orçamentação chamado Arquimedes, da CYPE, onde é possível cadastrar tabelas de composições de serviços como a do SINAPI. A escolha do programa se deu, principalmente, devido à possibilidade de se obter uma conexão direta com o *Revit* por meio de um *plug-in*, automatizando a integração do modelo BIM com a planilha orçamentária.

Todos os passos serão descritos ao longo do presente trabalho, mas de forma resumida, o fluxograma abaixo indica como seguirá o estudo.

Figura 11 – Fluxograma dos Processos



## 3.2 Estudo de caso

### 3.2.1 Caracterização do estudo

O objeto de análise é uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), tipo de unidade hospitalar de média complexidade implantado em várias cidades do Brasil, fazendo parte do Sistema Único de Saúde (SUS). O empreendimento será construído no bairro Messejana, na cidade de Fortaleza - CE. Sua localização pode ser vista na Figura 12 abaixo.

Figura 12 – Localização do empreendimento



Fonte: Google Earth, 2017<sup>3</sup>.

A edificação está localizada em um terreno de cerca de 1.920 m<sup>2</sup> e cada pavimento possui 505 m<sup>2</sup>, totalizando uma área construída em torno de 2.020 m<sup>2</sup>. O empreendimento, cuja perspectiva da fachada está reproduzida na Figura 13, conta com três pavimentos, além do térreo e da coberta.

---

<sup>3</sup> GOOGLE. **Google Earth**. Version 2017. Disponível em <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em ago. 17.

Figura 13 – Perspectiva da fachada da edificação



Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.2 *Elaboração do escopo da planilha orçamentária*

Como dito anteriormente, este trabalho adotou os dados fornecidos pela tabela SINAPI para a aferição dos custos do empreendimento. Desse modo, em paralelo à modelagem e antes da extração dos quantitativos por meio do *software* Revit, optou-se por elaborar o escopo com o auxílio dessa base de dados (mês de referência - 08/2017).

As tabelas do SINAPI disponibilizam custos de Insumos e Composições. As composições formam seus preços com a somatória de três elementos: mão de obra, insumo e equipamento. As tabelas de insumos e composições do SINAPI são disponibilizadas em formato “.xls”, o que permite a integração com as tabelas de quantitativos geradas no *Autodesk Revit*. Essa integração só é possível com recursos específicos do *Microsoft Excel* ou outro *software* dedicado à orçamentação.

Para a correta utilização das composições do SINAPI, é preciso que o orçamentista entenda perfeitamente o processo construtivo e inclua em sua composição os reais insumos necessários. Em diversas composições analisadas, foram necessárias adaptações, por exemplo, nas composições de concretagem de elementos, foi preciso trocar o insumo concreto de resistência de 20 MPa por um de 30 MPa para que ficasse de acordo com o projeto. Vale salientar que as composições das armaduras de protensão foram criadas a partir de dados da

tabela SEINFRA, visto que muitas cidades brasileiras ainda não utilizam esse tipo de tecnologia construtiva, não constando na tabela SINAPI.

O escopo sintético encontra-se abaixo nas Tabelas 1 e 2, enquanto o escopo analítico pode ser estudado no Apêndice A.

Tabela 1 – Escopo sintético

(continua)

ESCOPO SINTÉTICO				
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO
FUES	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	385,9193
FUES	92726	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	383,4501
FUES	85233	CONCRETAGEM DE ESCADAS, FCK=30MPA CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	383,4501
FUES	96257	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES CIRCULARES, COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,28 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	106,3220
FUES	92408	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015	M2	122,3494
FUES	92481	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015	M2	147,1414
FUES	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	26,4686
FUES	92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	86,4190
FUES	95935	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E= 17 MM. AF_01/2017	M2	106,9057
FUES	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	9,9740
FUES	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	9,1774
FUES	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	8,7940
FUES	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	7,1555
FUES	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	5,9082
FUES	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,5783



Tabela 1 – Escopo sintético

(conclusão)

ESCOPO SINTÉTICO				
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO
FUES	92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,1235
FUES	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	7,3545
FUES	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	6,5600
FUES	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	6,3918
FUES	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	5,1334
FUES	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,4929
FUES	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,2442
FUES	95944	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	11,0091
FUES	95946	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	6,2890
FUES	3985	ARMADURA DE CORDOALHA CP-190RB D=12,7 MM	KG	14,3220
FUES	3331	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	62,9400
FUES	3332	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	UN	108,4700
FUES	3337	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	32,6200
FUES	3338	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	UN	53,5600

Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.3 Modelagem da estrutura

Os projetos arquitetônico e estrutural foram contratados e concebidos da forma tradicional em plantas 2D. Isso prova que ainda são poucos os escritórios de arquitetura e estrutura que fornecem seus projetos em plataforma BIM, cabendo às construtoras ou a terceiros

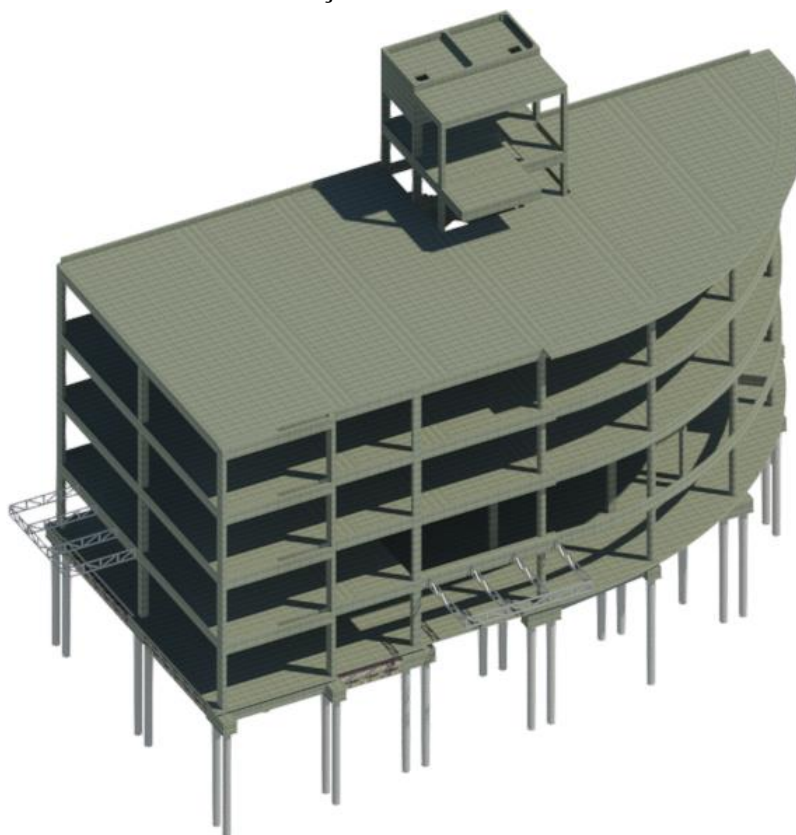


a sua modelagem e coordenação. Todos os dados coletados foram cedidos cordialmente pela incorporadora, por meio do seu setor de projetos e orçamentos.

Como citado anteriormente, será dado enfoque à modelagem e à extração de quantitativos, bem como à composição do orçamento, da parte estrutural da edificação. Como o objeto de análise não é do tipo residencial multifamiliar, ele não apresenta pavimentos tipo, ou seja, todos os seus pavimentos, apesar de similares, se diferenciam em seus *layouts* e em seus elementos estruturais.

Mediante essa informação, decidiu-se utilizar técnicas de modelagem mais aprimoradas em apenas um pavimento escolhido aleatoriamente. Apesar de ter sido gerado o modelo completo do edifício, como pode ser visualizado na Figura 14, muitos elementos foram modelados de maneira aproximada ou pouco precisa. Dessa forma, a estrutura do segundo pavimento será a base de estudo do presente trabalho, sendo suficiente para o desenvolvimento da análise. Todo o processo poderia ser replicado nos demais pavimentos caso se desejasse analisar o edifício por completo.

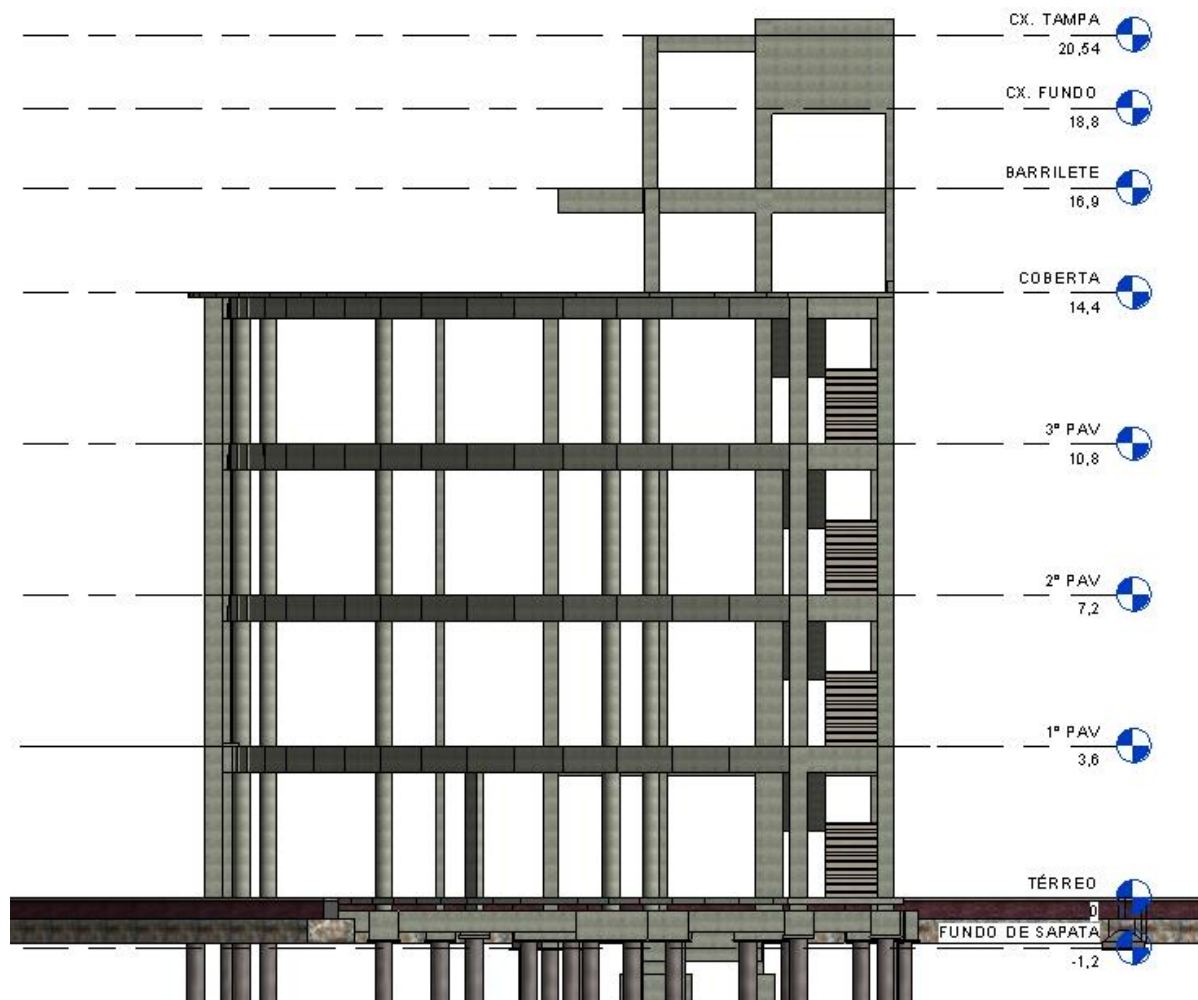
Figura 14 – Modelo estrutural da edificação



### 3.2.3.1 Modelagem dos pilares

Antes da modelagem dos pilares propriamente dita, é necessária a criação dos planos de trabalho, por meio da configuração dos principais níveis de cada pavimento como ilustra a Figura 15 a seguir.

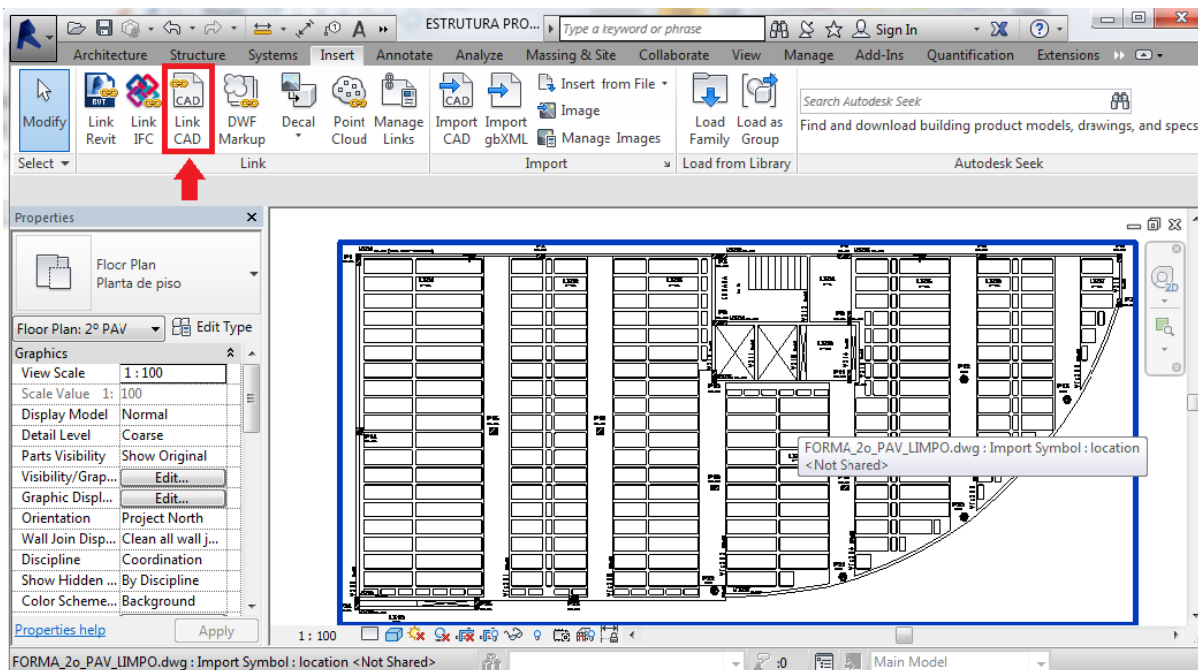
Figura 15 – Níveis do projeto



Fonte: Autora, 2017.

Finalizada esta primeira etapa, dá-se início à modelagem tridimensional propriamente dita. Para isso, o *software* disponibiliza recurso para importação de arquivos na extensão “.*dwg*”, permitindo assim, o uso dos desenhos 2D como contorno para o traçado dos elementos 3D. Dessa forma, a planta de fôrma do segundo pavimento serviu de base para a locação dos elementos conforme Figura 16.

Figura 16 – Importação de arquivos em formato “.dwg” pelo Revit

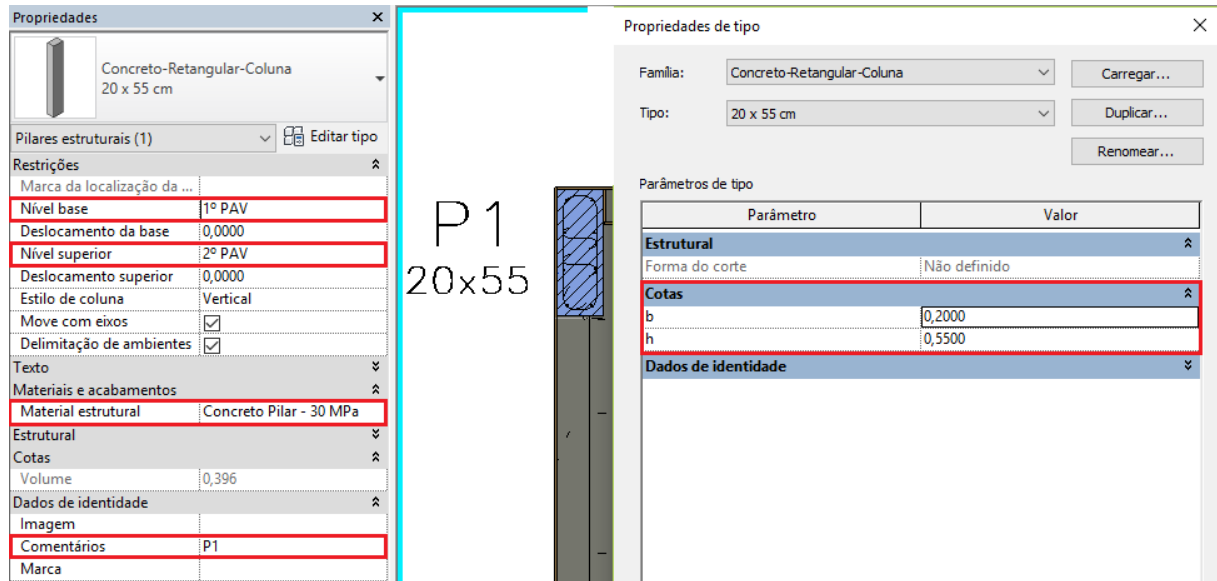


Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, configuram-se os pilares selecionando a ferramenta correspondente. Na opção “coluna”, escolhe-se o tipo e a geometria do perfil, o nível de base e de topo, bem como seu material de composição. Vale salientar que o projeto apresenta pilares de seção circular e retangular. De acordo com o projeto, todos os elementos estruturais são feitos de concreto armado com resistência característica de 30 MPa.

Para que todos os pilares fossem identificados, foi utilizada a aba “Comentários” para escrever sua numeração de acordo com o projeto. Como pode ser visto na Figura 17 a seguir, o pilar identificado como P1 vai do nível do primeiro até o nível do segundo pavimento, totalizando uma altura de 3,6 metros, e possui seção retangular de 20 centímetros de base por 55 centímetros de altura.

Figura 17 – Configuração dos pilares



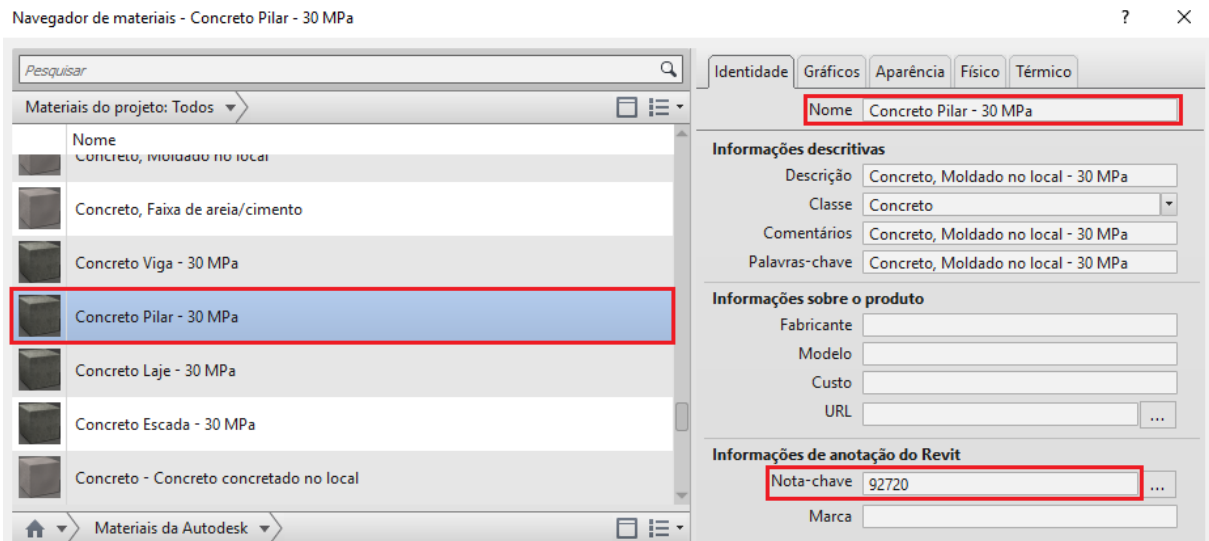
Fonte: Autora, 2017.

A locação dos pilares é um ponto importante a ser discutido visto que o *software* permite dois tipos de lançamento: o de maneira contínua, onde o pilar nasce no bloco de fundação e termina na cobertura, e o de maneira não contínua, onde o pilar nasce no topo de cada pavimento e morre na base do pavimento superior. Para este projeto foi utilizado o método não contínuo por ser um procedimento mais compatível com o tipo de estrutura modelada. A escolha do método correto é de grande importância, pois influencia na quantificação de material, evitando sobreposição de área dos elementos construtivos.

O *Autodesk Revit* não apresenta uma interface para inserção de dados da tabela SINAPI em seu banco de dados, sendo assim necessária a exportação de todos as informações para uma planilha de cálculos do *Microsoft Excel*.

Dessa forma, para posterior classificação e quantificação dos elementos de forma mais eficiente, foi feita a inserção do código da tabela SINAPI no campo “nota-chave” do material constituinte do elemento como ilustra a Figura 18 a seguir. Foi necessário criar diferentes materiais para os elementos pilares, vigas, lajes e escadas, visto que seu custo de concretagem é diferente apesar de apresentarem o mesmo material de constituição, de modo que cada material teve um código associado de acordo com o escopo definido.

Figura 18 – Inserção do código da Tabela SINAPI no material constituinte



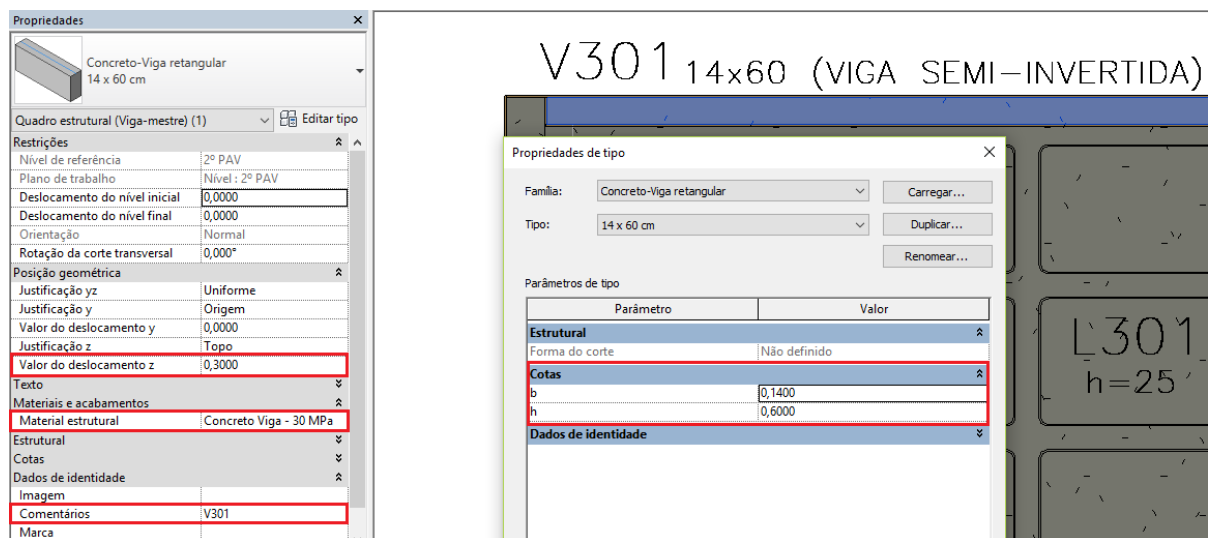
Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.3.2 Modelagem das vigas

O presente projeto apresenta vigas convencionais, semi-invertidas (onde a laje passa por seu intermédio) e vigas-faixa protendidas (vigas de largura considerável com cordoalhas de protensão).

O processo de configuração e identificação das vigas se assemelha ao dos pilares, selecionando-se a opção “viga”. Para as vigas semi-invertidas, utiliza-se o artifício “valor do deslocamento z”, inserindo o valor do deslocamento vertical da viga determinado em projeto. Para a viga V301, ilustrada na Figura 19, esse deslocamento foi de 30 centímetros.

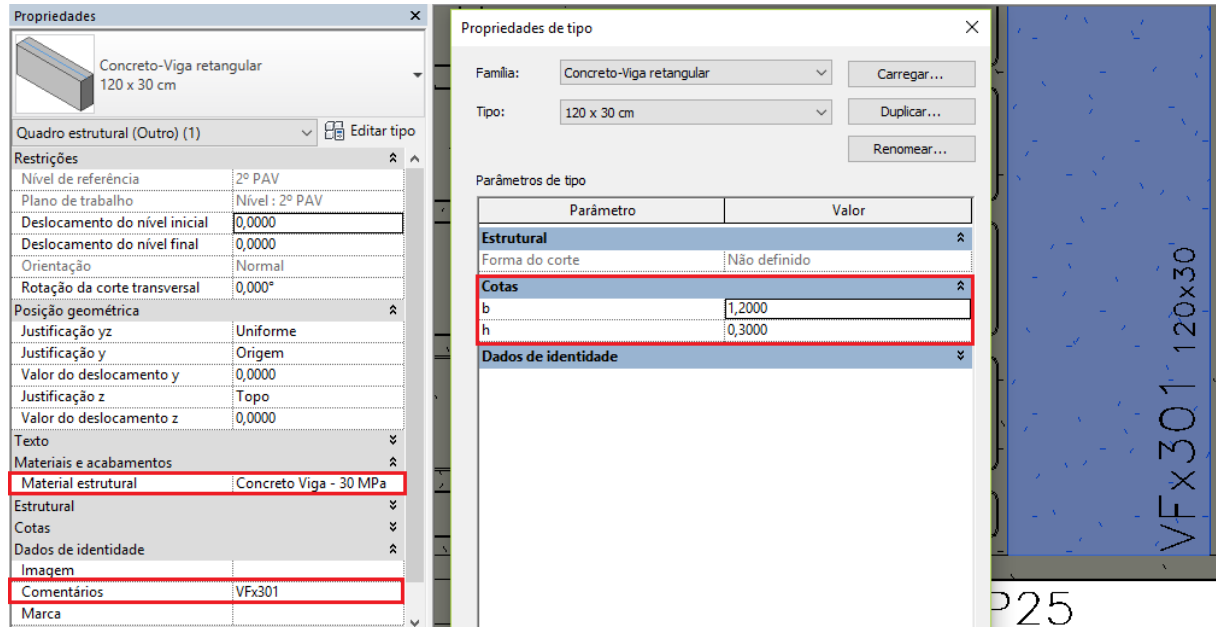
Figura 19 – Configuração das vigas semi-invertidas



Fonte: Autora, 2017.

Para as vigas-faixa, no entanto, o processo de modelagem é o mesmo de uma viga convencional, exceto pelo fato de possuir largura cerca quatro vezes maior que sua altura, como pode ser visto nas dimensões da viga VFx301 ilustrada na Figura 20.

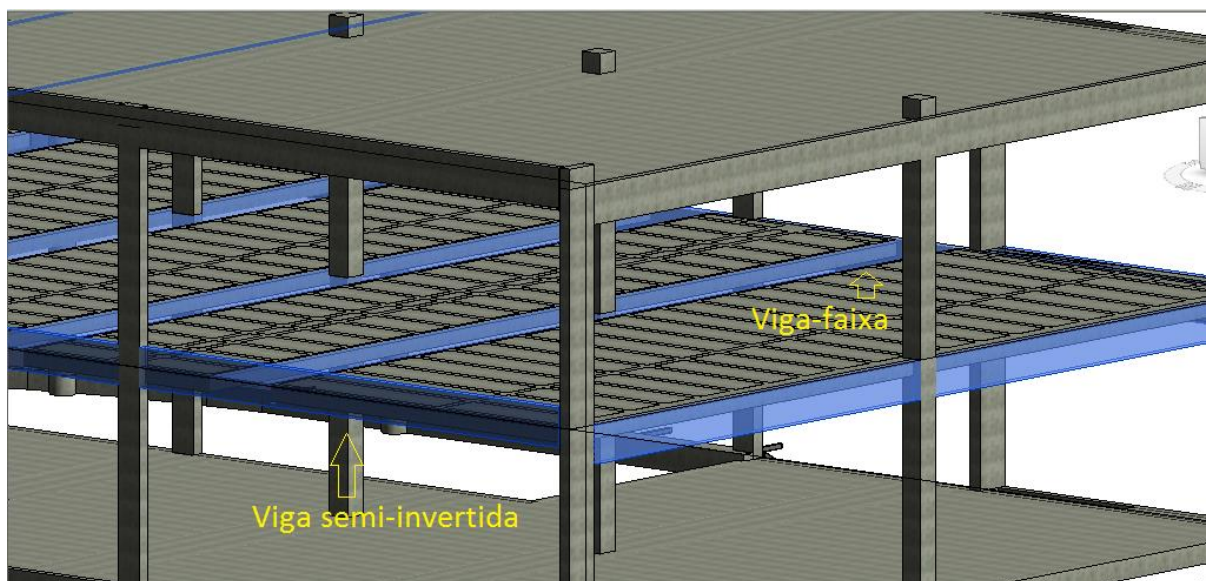
Figura 20 – Configuração das vigas-faixa



Fonte: Autora, 2017.

Uma vista tridimensional das vigas modeladas é ilustrada a seguir. Essa visualização facilita a correta disposição dos elementos determinada em projeto.

Figura 21 – Vigas modeladas



Fonte: Autora, 2017.

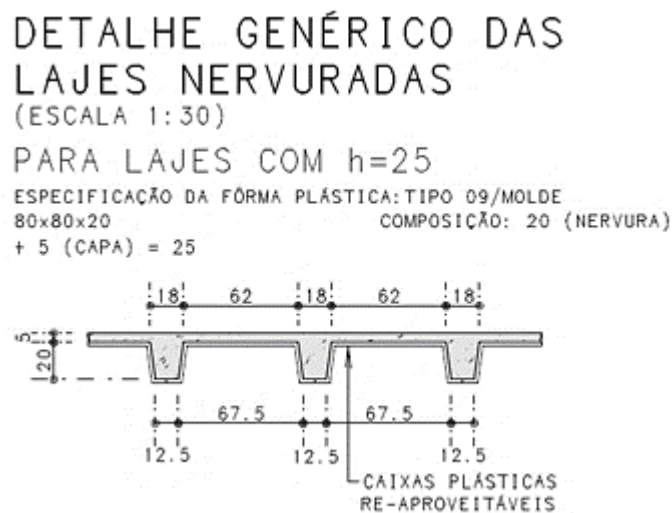


### 3.2.3.3 Modelagem das lajes

O objeto de análise apresenta, principalmente, lajes nervuradas, isto é, lajes constituídas de nervuras ou barras, interligadas por uma capa ou mesa de compressão. É comum notar, por debaixo dessas lajes, espaços vazios que eram ocupados, durante a concretagem, por moldes plásticos com formas curvas — também conhecidos como cubetas. Essa laje garante economia visto que reduz em até 30% o consumo de aço e de concreto em relação às lajes maciças convencionais.

Para que se consiga modelar corretamente esse tipo de laje no *Revit*, é preciso dividi-la em duas partes: a mesa de altura de 5 centímetros e as nervuras de 20 centímetros, como especificado em projeto (Figura 22).

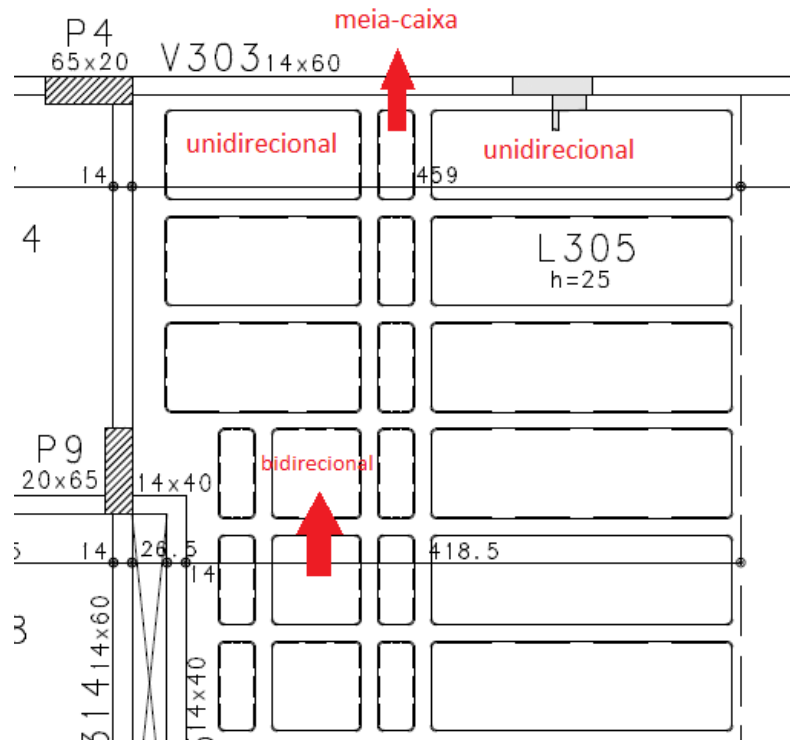
Figura 22 – Especificação das cubetas em projeto



Fonte: Adaptada do projeto em estudo, 2017.

Essas lajes podem ser dimensionadas para trabalhar de forma unidirecional ou bidirecional, sendo utilizados ambos os casos no presente projeto como visualizado na Figura 23 abaixo. Para transformar uma caixa bidirecional em unidirecional, utilizam-se as chamadas “tapas nervuras” entre duas ou mais caixas consecutivas.

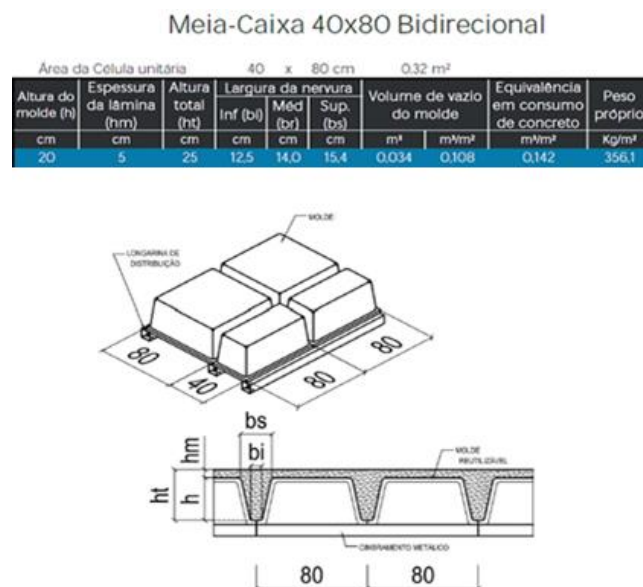
Figura 23 – Dimensionalidade das caixas



Fonte: Adaptada do projeto em estudo, 2017.

Com o tipo de cubeta especificado (tipo 09/ molde 80x80x20cm), pesquisou-se na página virtual do fabricante as suas exatas dimensões, como pode ser visualizado nas Figuras 24, 25 e 26 a seguir.

Figura 24 – Detalhes das cubetas tipo meia-caixa oferecidos pelo fabricante



Fonte: Página virtual do fabricante, 2017<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> IMPACTO PROTENSÃO. **Tabela de Caixas**. Disponível em: <<http://www.impactoprotensao.com.br/formas/>>. Acesso em jul. 2017.

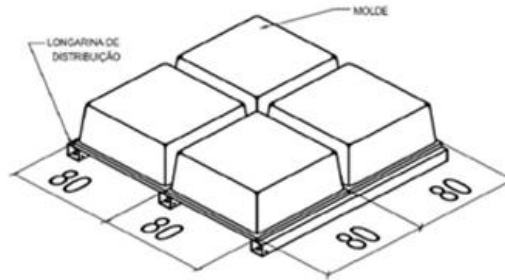


Figura 25 – Detalhes das cubetas tipo bidirecional oferecidos pelo fabricante

**Caixa 80x80 Bidirecional**

Área da Célula unitária 80 x 80 cm 0,64 m<sup>2</sup>

Altura do molde (h)	Espessura da lâmina (hm)	Altura total (ht)	Largura da nervura			Volume de vazio do molde		Equivalência em consumo de concreto	Peso próprio
			Inf (bi)	Méd (br)	Sup. (bs)	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		
cm	cm	cm	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>
20	5	25	12,5	14,0	15,4	0,082	0,128	0,122	303,9



Fonte: Página virtual do fabricante, 2017<sup>5</sup>.

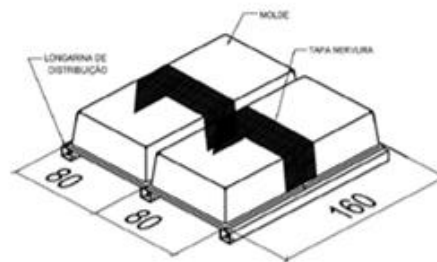
Figura 26 – Detalhes das cubetas tipo unidirecional oferecidos pelo fabricante

**Caixa 80x80 Unidirecional**

Caixa + Tapa nervura

Área da Célula unitária 160 x 80 cm 1,28 m<sup>2</sup>

Altura do molde (h)	Espessura da lâmina (hm)	Altura total (ht)	Largura da nervura			Volume de vazio do molde		Equivalência em consumo de concreto	Peso próprio
			Inf (bi)	Méd (br)	Sup. (bs)	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		
cm	cm	cm	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>
20	5	25	12,5	14,0	15,4	0,193	0,151	0,099	248,2



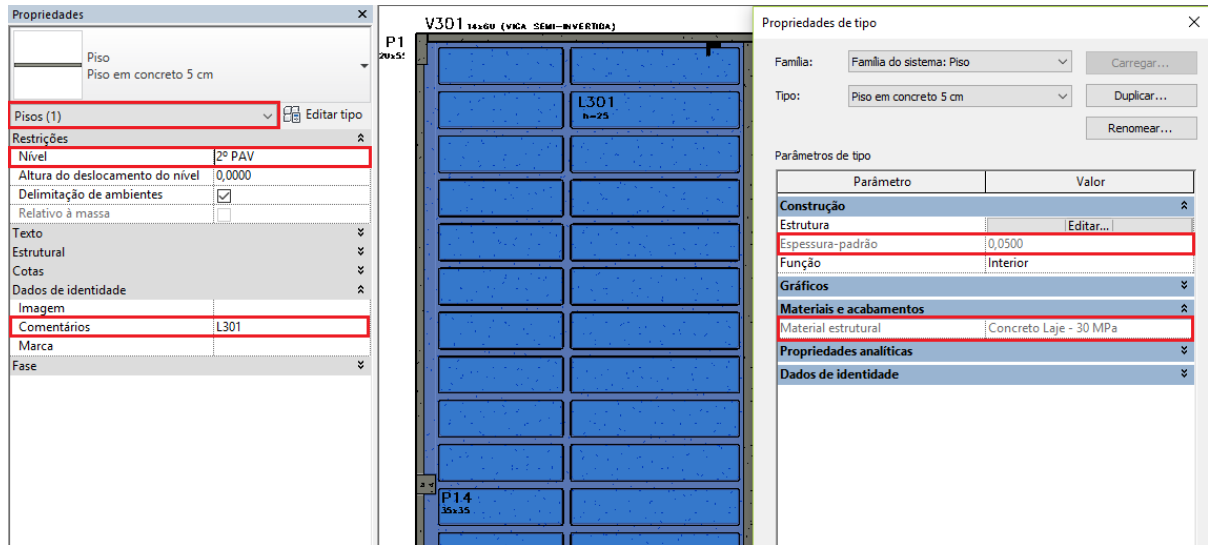
Fonte: Página virtual do fabricante, 2017<sup>6</sup>.

Para a modelagem da mesa de compressão, foi utilizada a ferramenta “Piso estrutural” como se fosse uma laje maciça de cinco centímetros (Figura 27).

<sup>5</sup> IMPACTO PROTENSÃO. **Tabela de Caixas**. Disponível em: <<http://www.impactoprotensao.com.br/formas/>>. Acesso em jul. 2017.

<sup>6</sup> IMPACTO PROTENSÃO. **Tabela de Caixas**. Disponível em: <<http://www.impactoprotensao.com.br/formas/>>. Acesso em jul. 2017.

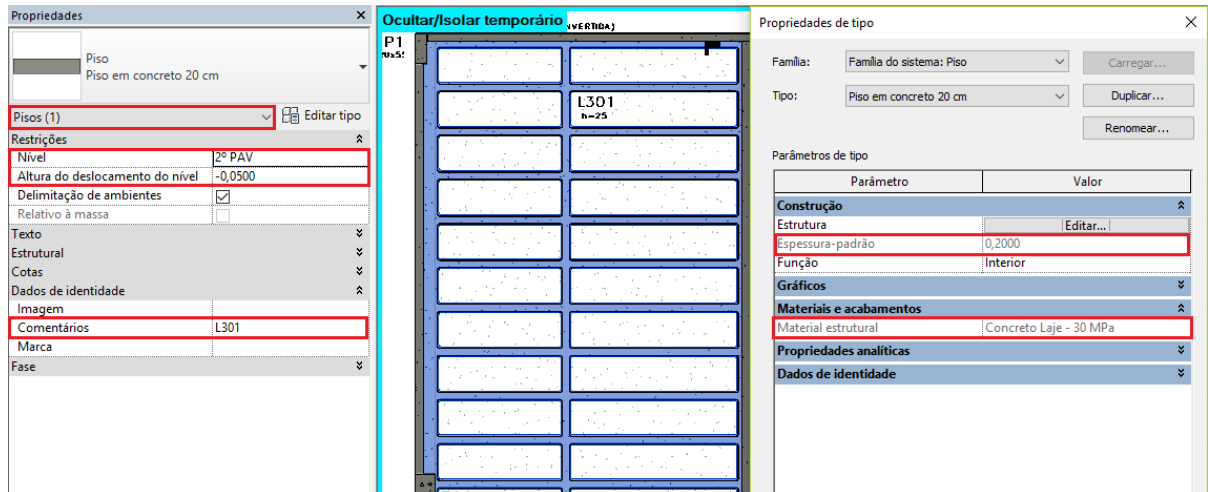
Figura 27 – Modelagem da mesa de compressão



Fonte: Autora, 2017.

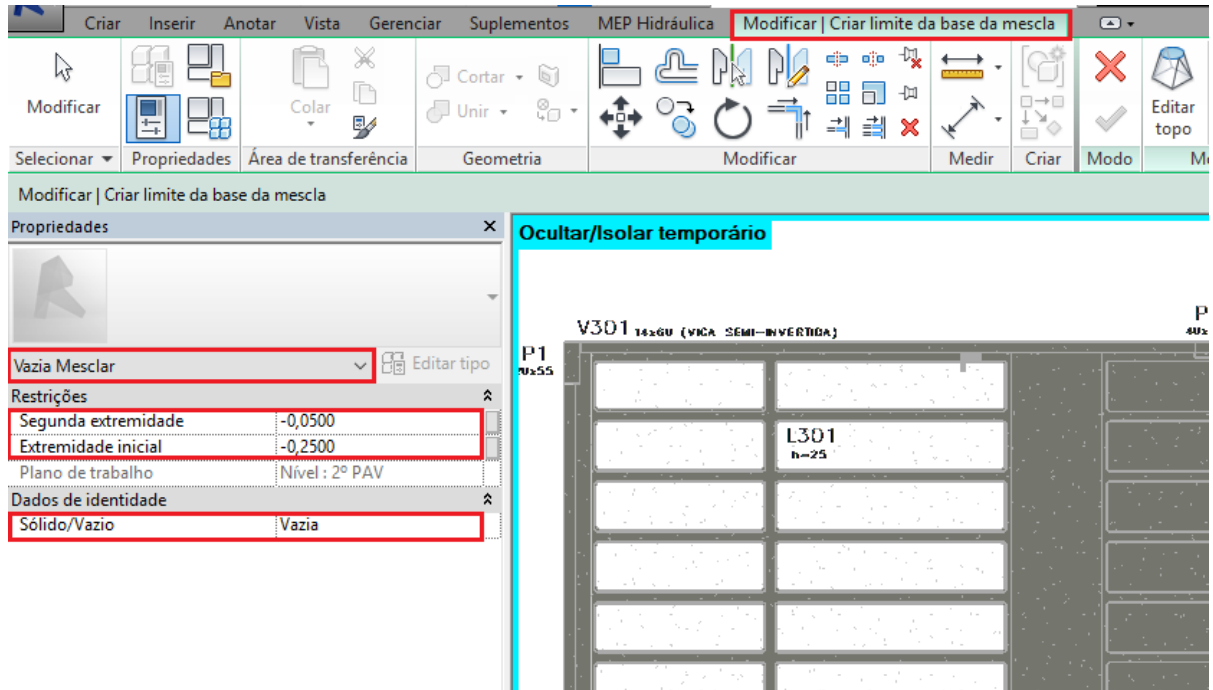
Para a modelagem das nervuras de 20 centímetros, utilizou-se a mesma função “piso estrutural” juntamente com uso da opção “modelos genéricos” do tipo mescla, criando assim os vazios correspondentes às cubetas. Esse processo é crucial para que seja encontrado o real volume de concreto a ser utilizado. Esse processo pode ser visualizado nas Figuras 28 e 29.

Figura 28 – Modelagem das nervuras



Fonte: Autora, 2017.

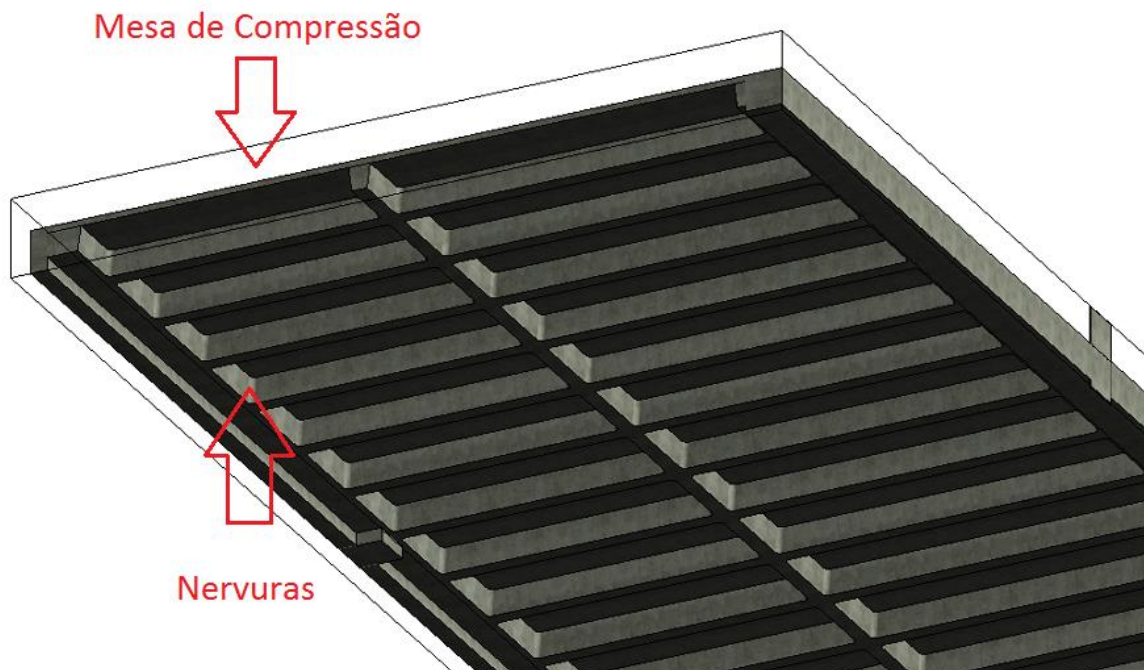
Figura 29 – Modelagem dos vazios referentes às cubetas



Fonte: Autora, 2017.

O resultado final pode ser visualizado na Figura 30 a seguir.

Figura 30 – Resultado da modelagem das lajes nervuradas

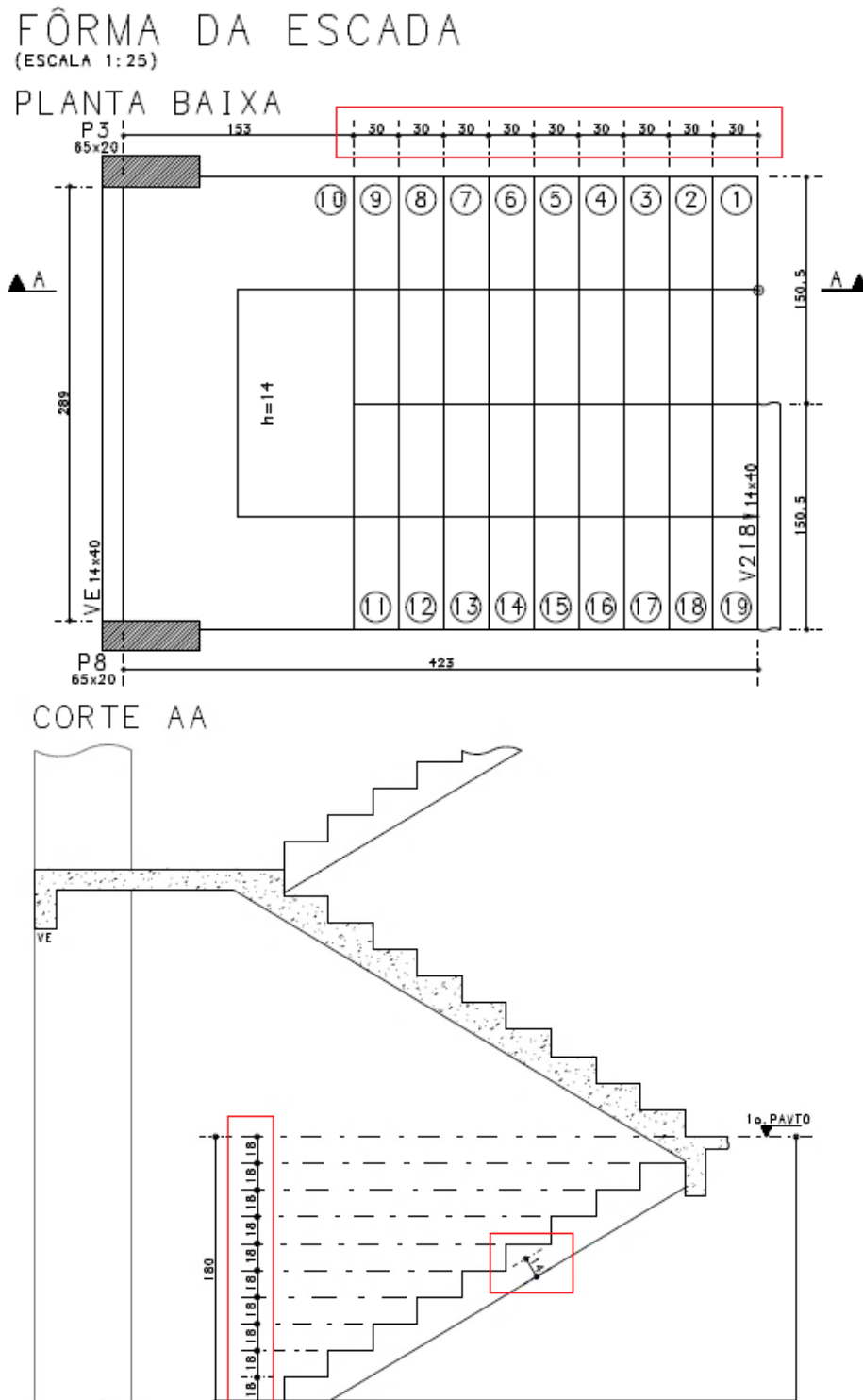


Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.3.4 Modelagem da escada

A escada foi especificada em projeto de acordo com a Figura 31 a seguir.

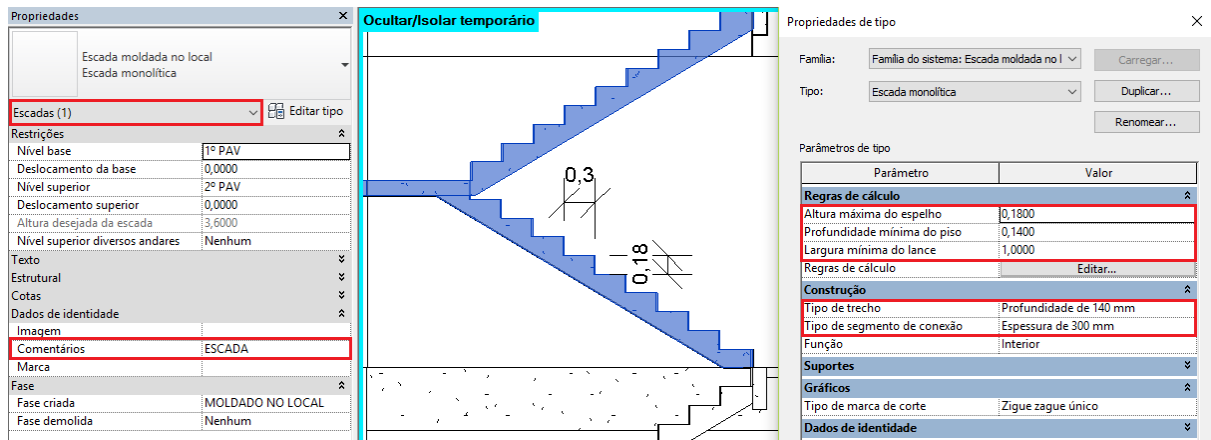
Figura 31 – Especificações de projeto da escada



Fonte: Adaptada do projeto em estudo, 2017.

Para modelá-la, fez-se uso da função “escadas por componente”, onde foi possível dimensionar o número, a altura, a largura e a profundidade dos degraus (Figura 32).

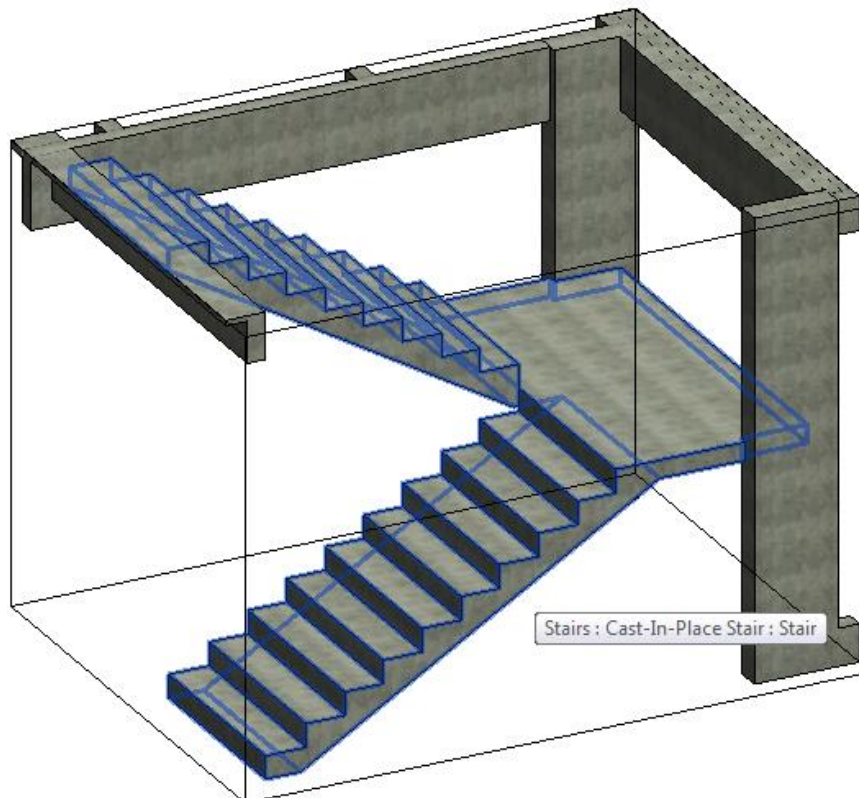
Figura 32 – Configuração da escada



Fonte: Autora, 2017.

O resultado da modelagem pode ser visualizado na Figura 33 a seguir.

Figura 33 – Escada modelada



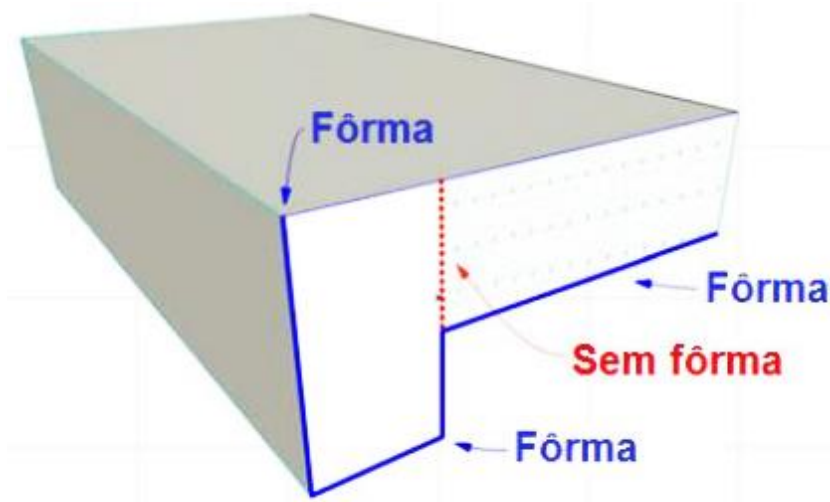
Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.3.5 Modelagem das fôrmas

Em estudo publicado pela Universidade de Porto, Monteiro e Martins (2013) afirmam que uma grande desvantagem do uso de ferramentas BIM no levantamento de quantitativos é a sua dificuldade para trabalhar com fôrmas de elementos estruturais no modelo. Na prática, não há uma ferramenta para modelagem direta de fôrmas.

Tanto no levantamento de quantitativos manual como por meio de um *software* BIM, as fôrmas são medidas com base na superfície dos elementos envolvidos, porém, é preciso atentar para que, quando ocorre a interseção de elementos, o quantitativo de fôrmas não seja superestimado, como demonstra a Figura 34 a seguir, em que a linha tracejada em vermelho representa a superfície lateral da laje que não deveria ser levada em conta para efeitos de quantitativo de fôrma.

Figura 34 – Inconsistência no quantitativo de fôrmas



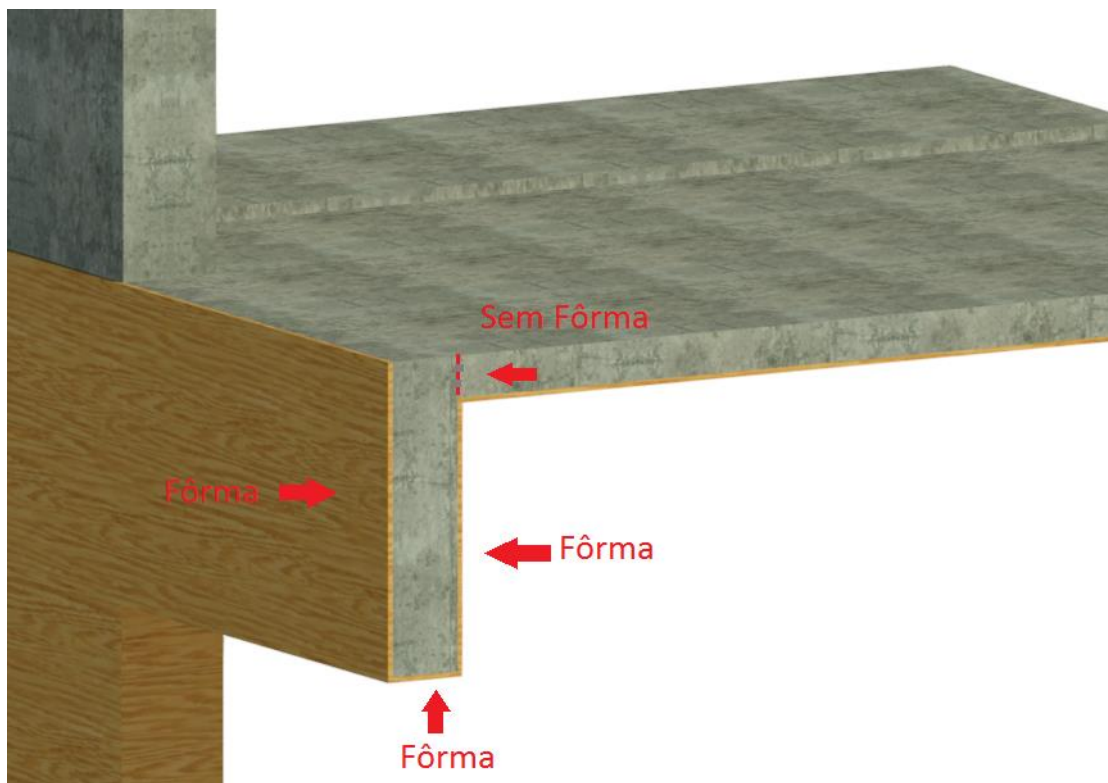
Fonte: Adaptado de Monteiro e Martins, 2013.

Para efetuar a rigor um levantamento de fôrmas em um modelo BIM e garantir uma melhor visualização das faces que não devem ser contabilizadas, a única solução para um sistema completo e eficaz seria modelar explicitamente as fôrmas.

Desse modo, optou-se por utilizar as funções de parede e piso arquitetônicos, o que garantiu uma excelente visualização. As interseções dos elementos não receberam fôrma, impedindo assim uma contagem superestimada como ilustra a Figura 35.



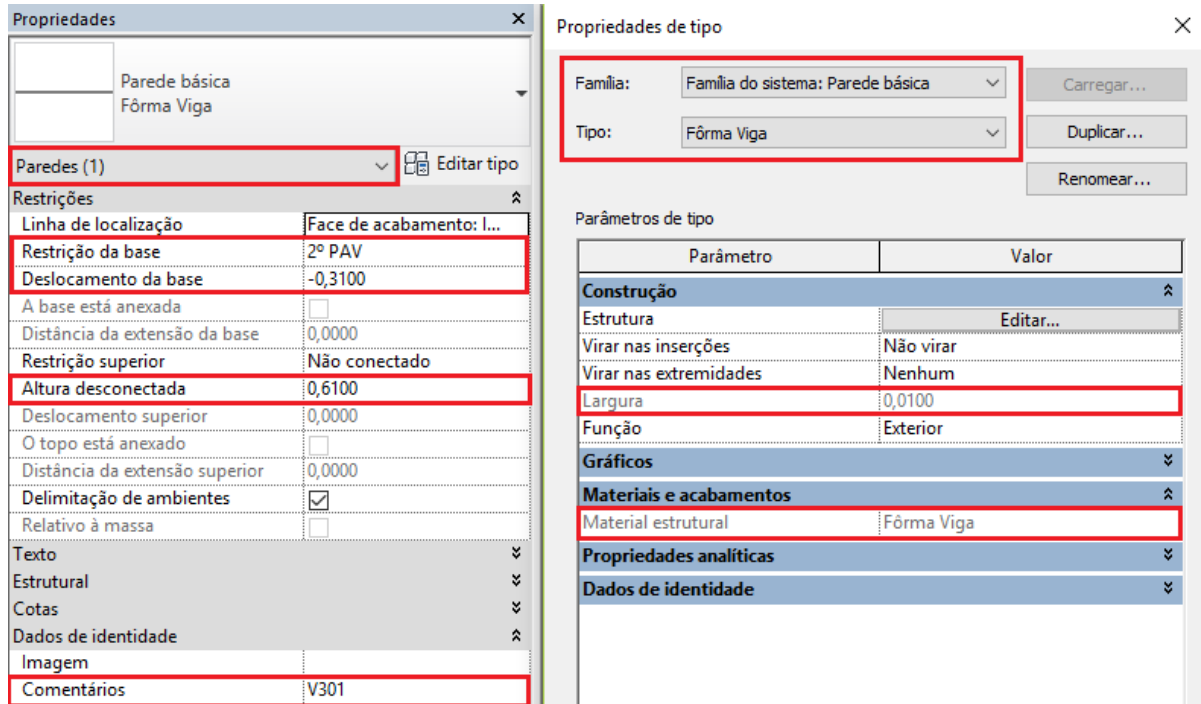
Figura 35 – Interseção dos elementos livres de fôrmas



Fonte: Autora, 2017.

A Figura 36 a seguir demonstra o processo de modelagem das fôrmas, definindo parâmetros como espessura, tipo de material e a qual elemento a fôrma pertence. Para que o modelo corresponda à técnica construtiva, é preciso conhecer como é feita uma concretagem em estruturas de concreto armado. Esse fato reforça a ideia de que o conhecimento do orçamentista sobre as técnicas construtivas é de fundamental importância para se chegar a um resultado válido. Dessa forma, sabe-se que inicialmente são concretados os pilares até a altura correspondente ao fundo da viga ou da laje. Posteriormente, o restante do pilar é concreto juntamente com as vigas e lajes.

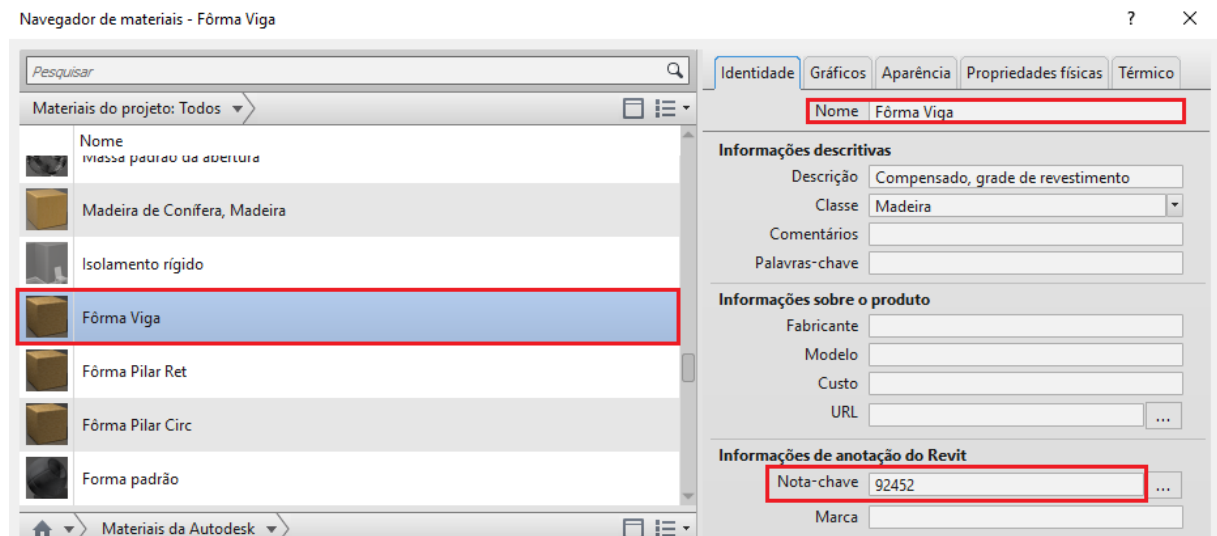
Figura 36 – Modelagem das fôrmas



Fonte: Autora, 2017.

Para as fôrmas, também foi feita a inserção do código da tabela SINAPI no campo “nota-chave” do material constituinte. Como pode ser visto no escopo, cada elemento estrutural possui um custo diferente para o serviço referente à montagem e desmontagem das fôrmas, sendo necessária a criação de diferentes materiais para os elementos pilares circulares, pilares retangulares, vigas, lajes maciças, lajes nervuradas e escadas. A Figura 37 ilustra como foi feito esse processo para as fôrmas de vigas.

Figura 37 – Inserção do código da Tabela SINAPI no material constituinte das fôrmas

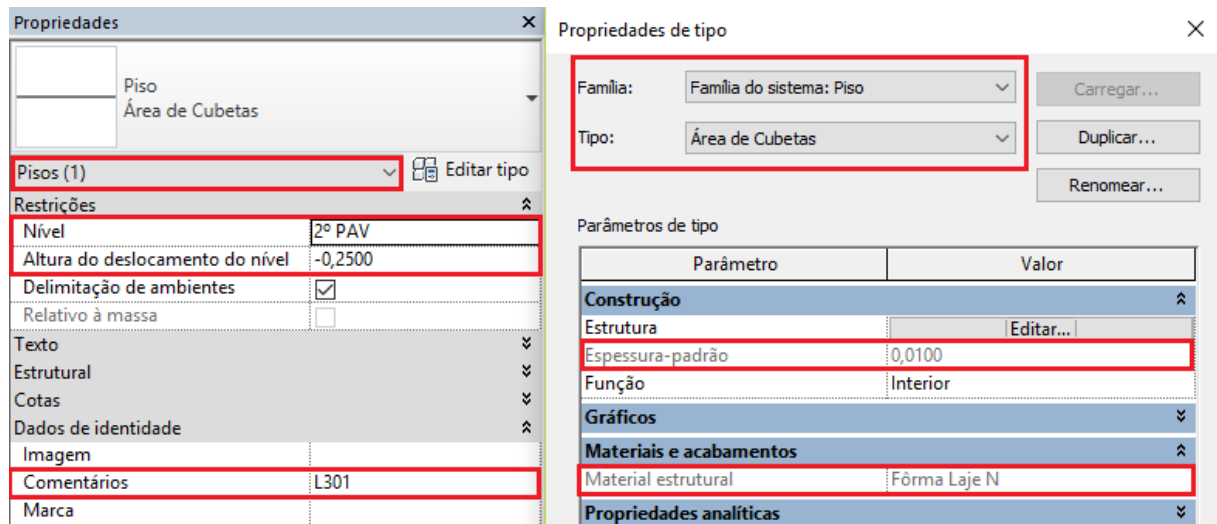


Fonte: Autora, 2017.



Vale ressaltar que, para as lajes nervuradas, as fôrmas utilizadas são as cubetas plásticas como visto anteriormente e são contabilizadas, segundo a composição do SINAPI, pela metragem quadrada da mesa. Para isso, criou-se uma camada de piso chamada “área de cubetas” para que essas fôrmas fossem contabilizadas no modelo e, conseqüentemente, no orçamento (Figura 38).

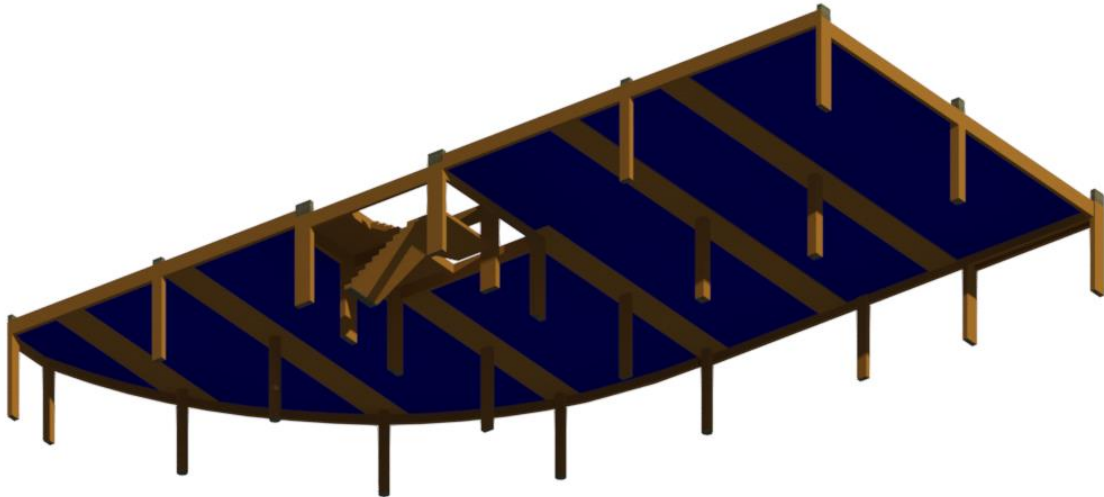
Figura 38 – Modelagem da área correspondente às fôrmas plásticas



Fonte: Autora, 2017.

A Figura 39 a seguir ilustra o resultado final da modelagem das fôrmas em todos os tipos de elementos estruturais da edificação. Esse processo foi desgastante devido às limitações do *software* para esse tipo de item. Em azul, são representadas as áreas correspondentes à mesa das lajes nervuradas.

Figura 39 – Resultado da modelagem das fôrmas



Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.3.6 Modelagem das armaduras

A partir dos projetos de detalhamento dos elementos estruturais, foi possível modelar cada barra de aço por meio da função “vergalhão”. Inicialmente, escolhe-se o formato do vergalhão e, em seguida, determinam-se o diâmetro nominal da barra e seu comprimento como ilustra a Figura 40. O campo “nota-chave” aparece logo nas propriedades do vergalhão, não sendo necessária sua inclusão no material de constituição. Cada barra, dependendo do tipo de elemento estrutural e do seu diâmetro nominal, recebeu um código diferente de acordo com o escopo da planilha orçamentária.

Figura 40 – Constituição das armaduras

**Propriedades**

Barra do vergalhão  
P/V CA 50 12,5 mm

Vergalhão estrutural (1) Editar tipo

Conjunto de vergalhões

Gráficos

Texto

Estrutural

Cotas

Comprimento da barra	3600,0 mm
Comprimento total da barra	3600,0 mm
A	3600,0 mm
B	0,0 mm
C	0,0 mm
D	0,0 mm
E	0,0 mm
F	0,0 mm
G	0,0 mm
H	0,0 mm
J	0,0 mm
K	0,0 mm
O	0,0 mm
R	0,0 mm

Dados de identidade

Imagem

Comentários P1

**Propriedades de tipo**

Família: Família do sistema: Barra do vergalhão

Tipo: P/V CA 50 12,5 mm

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
<b>Construção</b>	
<b>Gráficos</b>	
<b>Materiais e acabamentos</b>	
Material	P/V CA 50 12,5 mm
<b>Cotas</b>	
Diâmetro da barra	12,5 mm
Diâmetro de curvatura padrão	80,0 mm
Diâmetro de curvatura de gancho	80,0 mm
Diâmetro da curvatura do estribo	50,0 mm
Comprimento do gancho	Editar...
Raio de curvatura máxima	18,0000
<b>Dados de identidade</b>	
Tipo de imagem	
Nota-chave	92763
Modelo	
Fabricante	
Comentários de tipos	

Fonte: Autora, 2017.

O mesmo processo foi feito para a modelagem dos cabos de protensão com uma ou duas cordoalhas, bem como suas ancoragens, sendo elas ativas ou passivas. A Figura 41 mostra o pilar P1 com sua respectiva armadura.

Figura 41 – Armaduras modeladas do pilar P1



Fonte: Autora, 2017.

### ***3.2.4 Extração de quantitativos do Revit***

A extração de quantitativos é realizada por meio do recurso “Tabelas/Quantidades” do *software Autodesk Revit*. Tais tabelas são totalmente configuráveis, podendo-se adicionar ou remover qualquer informação sobre seus componentes, sendo possível também a realização de fórmulas, aplicação de filtros, agrupamentos e somatórios totais e parciais.

Em todas as tabelas, foi aplicado um filtro para contabilizar apenas os elementos que têm o segundo pavimento como nível de referência. A Figura 42 a seguir ilustra uma tabela filtrada e com seus respectivos campos escolhidos.

Figura 42 – Ilustração de uma tabela de quantidades extraída pelo *Revit*

Modificar tabela/quantidades							
Propriedades							
<TABELA DE PILARES OFICIAL>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Comentários	Material Nome	Material Área	Material Volume	Material Nota-chave	Nível base	Nível superior
20 x 55 cm	P1	Concreto Pilar - 30 MPa	5,62	0,4	92720	1º PAV	2º PAV
40 x 20 cm	P2	Concreto Pilar - 30 MPa	4,33	0,28	92720	1º PAV	2º PAV
65 x 20 cm	P3	Concreto Pilar - 30 MPa	6,38	0,47	92720	1º PAV	2º PAV
65 x 20 cm	P4	Concreto Pilar - 30 MPa	6,38	0,47	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 40 cm	P6	Concreto Pilar - 30 MPa	4,46	0,29	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 40 cm	P7	Concreto Pilar - 30 MPa	4,48	0,29	92720	1º PAV	2º PAV
65 x 20 cm	P8	Concreto Pilar - 30 MPa	6,38	0,47	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 65 cm	P9	Concreto Pilar - 30 MPa	6,38	0,47	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 60 cm	P10	Concreto Pilar - 30 MPa	6	0,43	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 60 cm	P11	Concreto Pilar - 30 MPa	6	0,43	92720	1º PAV	2º PAV
Diâmetro 40 cm	P12	Concreto Pilar - 30 MPa	4,78	0,45	92720	1º PAV	2º PAV
Diâmetro 40 cm	P13	Concreto Pilar - 30 MPa	4,78	0,45	92720	1º PAV	2º PAV
Diâmetro 40 cm	P20	Concreto Pilar - 30 MPa	4,78	0,45	92720	1º PAV	2º PAV
Diâmetro 40 cm	P21	Concreto Pilar - 30 MPa	4,78	0,45	92720	1º PAV	2º PAV
Diâmetro 40 cm	P22	Concreto Pilar - 30 MPa	4,78	0,45	92720	1º PAV	2º PAV
35 x 35 cm	P14	Concreto Pilar - 30 MPa	5,29	0,44	92720	1º PAV	2º PAV
35 x 35 cm	P15	Concreto Pilar - 30 MPa	5,29	0,44	92720	1º PAV	2º PAV
35 x 35 cm	P16	Concreto Pilar - 30 MPa	5,29	0,44	92720	1º PAV	2º PAV
40 x 20 cm	P18	Concreto Pilar - 30 MPa	4,48	0,29	92720	1º PAV	2º PAV
40 x 20 cm	P19	Concreto Pilar - 30 MPa	4,48	0,29	92720	1º PAV	2º PAV
40 x 20 cm	P23	Concreto Pilar - 30 MPa	4,33	0,28	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 55 cm	P24	Concreto Pilar - 30 MPa	5,62	0,4	92720	1º PAV	2º PAV
20 x 55 cm	P25	Concreto Pilar - 30 MPa	5,62	0,4	92720	1º PAV	2º PAV
40 x 20 cm	P5	Concreto Pilar - 30 MPa	4,33	0,28	92720	1º PAV	2º PAV

Fonte: Autora, 2017.

Como visto no escopo da planilha orçamentária, as armaduras são contabilizadas em quilogramas. Para isso, foi necessária a criação de dois parâmetros. O primeiro é o coeficiente de massa nominal (kg/m) que foi determinado para cada tipo de barra de acordo com o seu diâmetro nominal. Os valores escolhidos foram os mesmos utilizados pelo calculista e podem ser visualizados na Tabela 2 a seguir.

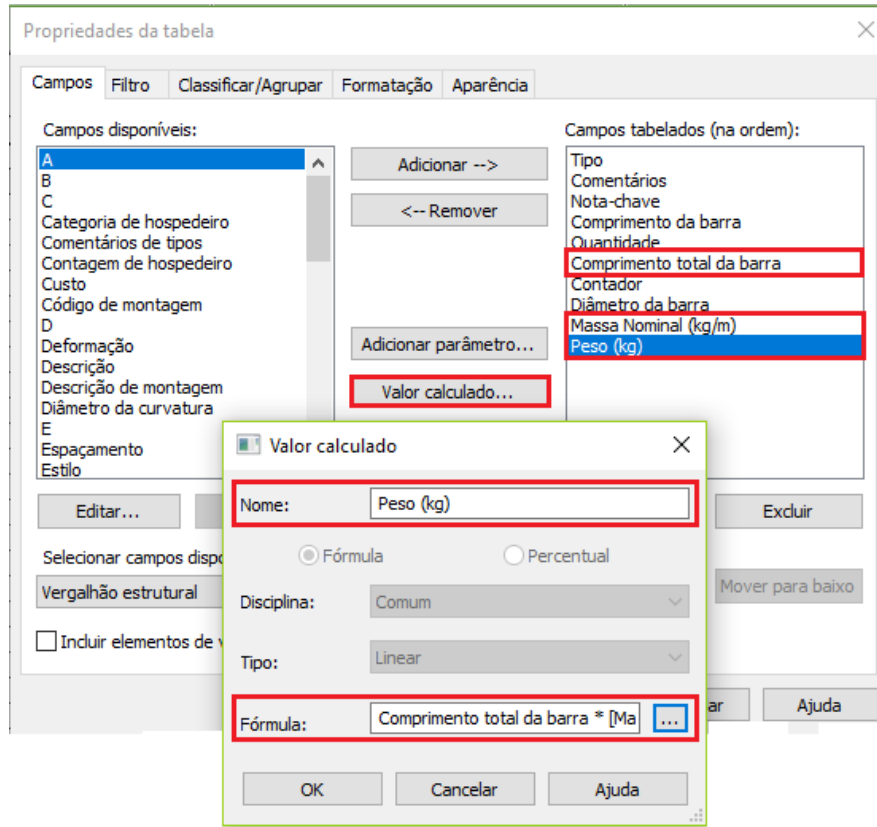
Tabela 2 – Coeficientes de massa nominal

Diâmetro Nominal (mm)	Massa Nominal (kg/m)
CA 60 5 mm	0,160
CA 50 6,3 mm	0,248
CA 50 8 mm	0,399
CA 50 10 mm	0,629
CA 50 12,5 mm	1,000
CA 50 16 mm	1,602
CA 50 20 mm	2,484
CP 190RB 7 12,7 mm	0,890

Fonte: Autora, 2017.

O segundo é o próprio peso da armadura em quilogramas que pode ser obtido por meio da multiplicação do comprimento total da barra pelo coeficiente de massa nominal. A Figura 43 ilustra como é feito esse processo dentro do *software*.

Figura 43 – Criação do parâmetro “Peso (kg)”



Fonte: Autora, 2017.

A Figura 44 a seguir ilustra o resultado final da configuração da tabela de quantitativos de armadura.

Figura 44 – Tabela de quantitativos de armadura

<LEVANTAMENTO DE AÇO>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Comentários	Nota-chave	Comprimento da barra	Quantidade	Comprimento total da barra	Massa Nominal (kg/m)	Peso (kg)
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614
CABO 190RB 7 12,7 mm	C1	3985	16420 mm	1	16,42 m	0,89	14,614

Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.5 Elaboração do orçamento no Microsoft Excel

Finalmente, foram extraídas todas as tabelas criadas no *Autodesk Revit* para o envio dos dados para o *Microsoft Excel*. O formato do arquivo de troca é o “.txt”, único formato de troca de arquivos aceitos por ambos os *softwares*. Depois da exportação dos dados, é possível manipulá-los de várias maneiras de acordo com a necessidade do usuário. A Figura 45 a seguir ilustra o uso de tabelas dinâmicas e da ferramenta de filtro para melhor organização das informações a partir do campo “nota-chave”.

Figura 45 – Uso de tabelas dinâmicas e filtros no *Microsoft Excel*

TABELA DE VIGAS							TABELA DINÂMICA	
Tipo	Comentários	Material: Nome	Material: Área	Material: Volume	Material: Nota-chave	Nível de referência	Rótulos de Linha	Soma de Material: Volume
14 x 60 cm	V301	Concreto Viga - 30 MPa	23,71	1,34	92726	2º PAV	92452	1,00
14 x 60 cm	V302	Concreto Viga - 30 MPa	7,75	0,43	92726	2º PAV	92481	0,11
14 x 60 cm	V303	Concreto Viga - 30 MPa	17,76	1	92726	2º PAV	92490	3,64
14 x 60 cm	V304	Concreto Viga - 30 MPa	8,41	0,47	92726	2º PAV	92726	74,40
14 x 60 cm	V305	Concreto Viga - 30 MPa	9,08	0,51	92726	2º PAV	95935	0,14
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,39	0,13	92726	2º PAV	<b>Total Geral</b>	<b>79,29</b>
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,41	0,13	92726	2º PAV	TABELA DINÂMICA	
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,16	0,12	92726	2º PAV	Rótulos de Linha	Soma de Material: Área
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,35	0,12	92726	2º PAV	92452	101,00
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,41	0,13	92726	2º PAV	92481	10,90
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,37	0,13	92726	2º PAV	92490	363,12
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,23	0,12	92726	2º PAV	92726	898,02
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,37	0,12	92726	2º PAV	95935	13,97
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,44	0,13	92726	2º PAV	<b>Total Geral</b>	<b>1387,01</b>
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,4	0,13	92726	2º PAV		
14 x 60 cm	V307	Concreto Viga - 30 MPa	2,35	0,12	92726	2º PAV		
14 x 60 cm	V306	Concreto Viga - 30 MPa	24,34	1,38	92726	2º PAV		
14 x 60 cm	V308	Concreto Viga - 30 MPa	8,11	0,45	92726	2º PAV		

Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, fica simples o preenchimento da planilha orçamentária com os valores referentes às quantidades e, conseqüentemente, o custo total é finalmente calculado. O resultado é mostrado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Planilha orçamentária no *Microsoft Excel*

(continua)

PLANILHA ORCAMENTÁRIA						
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO	QTD	VALOR TOTAL
FUES	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	R\$ 385,92	9,51	R\$ 3.670,09
FUES	92726	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	R\$ 383,45	74,4	R\$ 28.528,69
FUES	85233	CONCRETAGEM DE ESCADAS, FCK=30MPa CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPa - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	R\$ 383,45	2,72	R\$ 1.042,98
FUES	96257	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES CIRCULARES, COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,28 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	R\$ 106,32	21,08	R\$ 2.241,27
FUES	92408	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015	M2	R\$ 122,35	85,91	R\$ 10.511,04

Tabela 3 – Planilha orçamentária no *Microsoft Excel*

(continuação)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO	QTD	VALOR TOTAL
FUES	92481	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015	M2	R\$ 147,14	10,92	R\$ 1.606,78
FUES	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	R\$ 26,47	363,12	R\$ 9.611,27
FUES	92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	R\$ 86,42	236,52	R\$ 20.439,83
FUES	95935	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E= 17 MM. AF_01/2017	M2	R\$ 106,91	29,23	R\$ 3.124,85
FUES	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 9,97	354,995	R\$ 3.540,72
FUES	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 9,18	239,68	R\$ 2.199,63
FUES	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 8,79	1007,63	R\$ 8.861,07
FUES	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 7,16	531,925	R\$ 3.806,17
FUES	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 5,91	1144,46	R\$ 6.761,64
FUES	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 4,58	273,069	R\$ 1.250,19
FUES	92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 4,12	21,76	R\$ 89,73
FUES	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 7,35	32,86	R\$ 241,67
FUES	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 6,56	410,235	R\$ 2.691,15
FUES	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 6,39	273,502	R\$ 1.748,17
FUES	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 5,13	261,402	R\$ 1.341,87
FUES	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 4,49	328,86	R\$ 1.477,53
FUES	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 4,24	539,332	R\$ 2.289,02
FUES	95944	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	R\$ 11,01	33,59	R\$ 369,80
FUES	95946	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	R\$ 6,29	145,936	R\$ 917,80

Tabela 3 – Planilha orçamentária no *Microsoft Excel*

(conclusão)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO	QTD	VALOR TOTAL	
FUES	3985	ARMADURA DE CORDOALHA CP-190RB D=12,7 MM	KG	R\$ 14,32	596,421	R\$ 8.541,94	
FUES	3331	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	R\$ 62,94	15	R\$ 944,10	
FUES	3332	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	UN	R\$ 108,47	30	R\$ 3.254,10	
FUES	3337	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	R\$ 32,62	15	R\$ 489,30	
FUES	3338	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	R\$ 53,56	30	R\$ 1.606,80	
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 133.199,20</b>	

Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.6 Conexão direta do Revit com o software de orçamentação Arquimedes

A fim de analisar a possibilidade de conexão direta de um *software* de modelagem BIM com um *software* específico de orçamento, foi escolhido o programa Arquimedes, que oferece um *plug-in*, vinculando-se ao modelo do Revit.

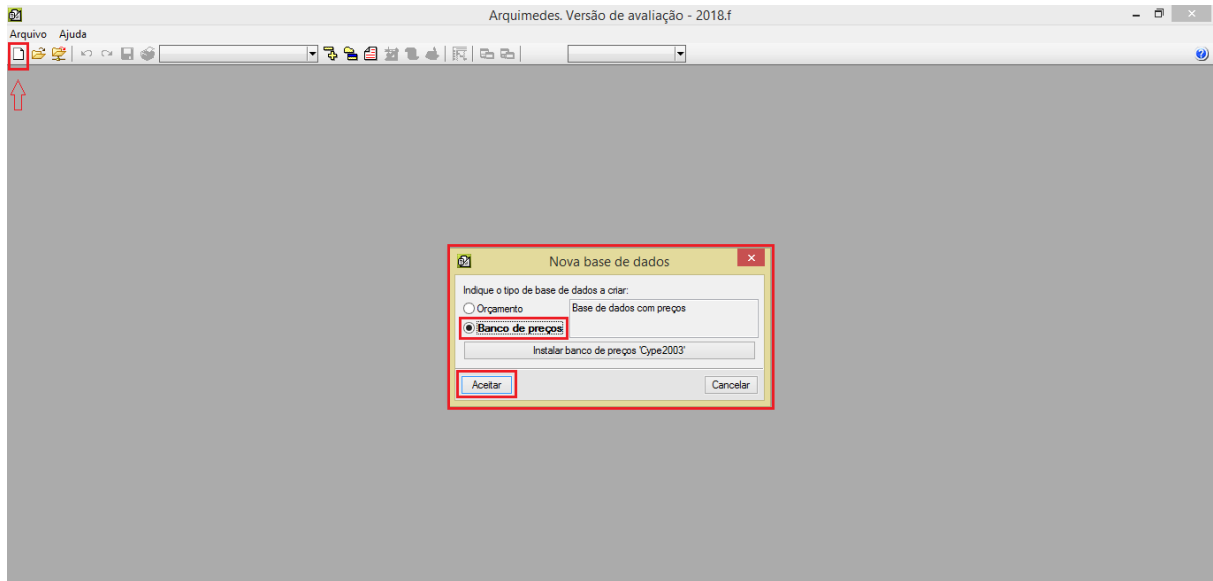
#### 3.2.6.1 Inserção do banco de dados

Antes de realizar o vínculo entre os *softwares* escolhidos, fez-se a inserção dos dados referentes ao escopo de composições pré-definido. Dentro do *software* Arquimedes, qualquer tabela de composições pode ser inserida, sendo ela sintética ou analítica, além de ser possível o cadastro dos insumos.

A Figura 46 a seguir apresenta a interface do programa, bem como o primeiro passo para a importação de um novo banco de dados.



Figura 46 – Inserção de um novo banco de dados



Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, é aberta uma janela em que são definidas as informações do novo banco de dados a ser inserido, como nome, uma breve descrição e número de casas decimais desejado (Figura 47).

Figura 47 – Informações sobre o novo banco de dados

Item	Opção	Casas Decimais
Rendimentos	<input type="checkbox"/> Arredondar	3
Preços:	<input type="checkbox"/> Arredondar	3
Valores:	<input type="checkbox"/> Arredondar	2
Porcentagem de margem	<input type="checkbox"/> Arredondar	2

Fonte: Autora, 2017.

Antes do próximo passo dentro do Arquimedes, é preciso selecionar os dados no *Microsoft Excel* por meio do comando “Copiar”, sendo eles o código, o resumo ou descrição do serviço, a unidade de medida e o valor unitário, como ilustra a Figura 48 a seguir.

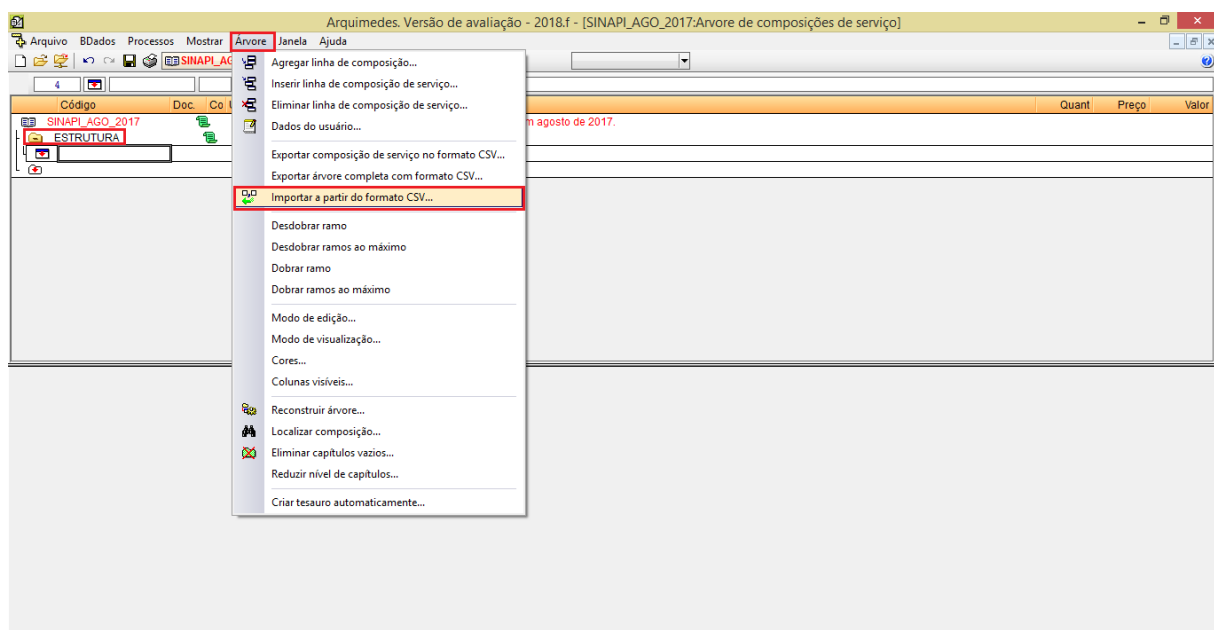
Figura 48 – Seleção dos dados no *Microsoft Excel*

ESCOPO SINTÉTICO				
CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	VALOR UNITÁRIO
FUES	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	6,5600
FUES	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	6,3918
FUES	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	5,1334
FUES	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,4929
FUES	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4,2442
FUES	95944	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	11,0091

Fonte: Autora, 2017.

Posteriormente, voltando para a interface do Arquimedes, foi criada uma pasta chamada “ESTRUTURA” e, dentro dela, foram inseridos os dados selecionados por meio do comando “Árvore – Importar a partir do formato CSV” (Figura 49).

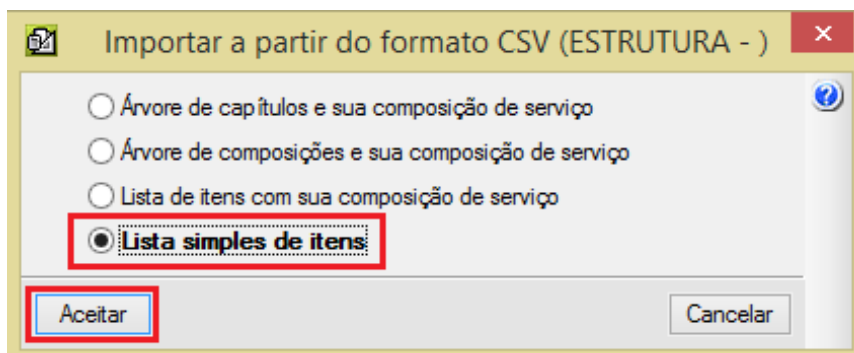
Figura 49 – Importação dos dados selecionados



Fonte: Autora, 2017.

Logo depois, abre-se automaticamente a janela ilustrada na Figura 50, em que foi escolhida a opção “Lista simples de itens”, visto que foram inseridas as composições já com seus respectivos custos. Caso fossem inseridas as composições analíticas ainda com os coeficientes de cada insumo, se escolheria a opção “Lista de itens com sua composição de serviço”.

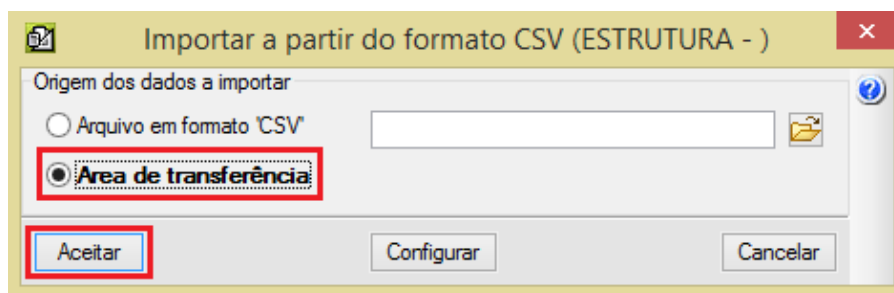
Figura 50 – Escolha do tipo de importação de dados



Fonte: Autora, 2017.

Uma nova janela é aberta de modo que se opta pela origem dos dados a partir da área de transferência, ou seja, aqueles dados que já estão copiados no *Microsoft Excel* (Figura 51).

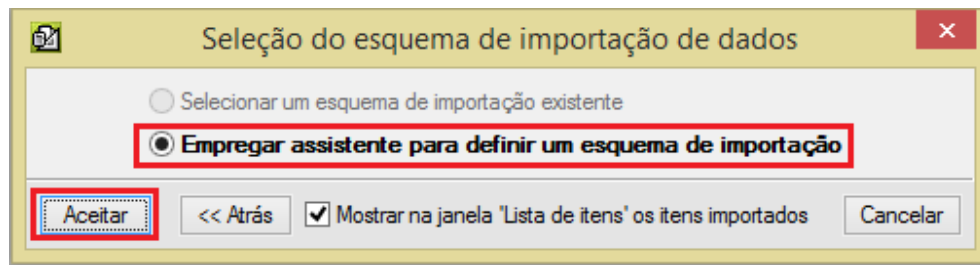
Figura 51 – Origem dos dados a importar



Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, emprega-se um assistente de importação dos dados para que eles sejam inseridos da maneira desejada pelo usuário como mostra a Figura 52.

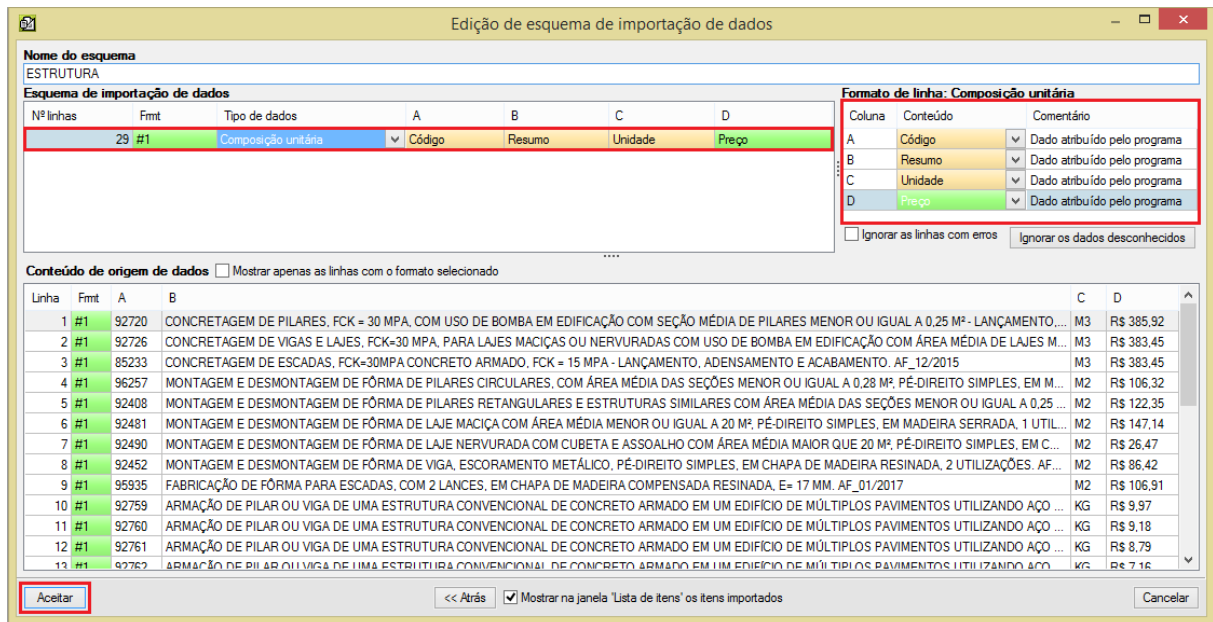
Figura 52 – Emprego de um assistente de importação de dados



Fonte: Autora, 2017.

Desse modo, o esquema de importação pode ser definido pelo usuário como demonstra a Figura 53 abaixo, onde cada coluna da tabela é definida com o seu tipo de conteúdo.

Figura 53 – Esquema de importação de dados



Fonte: Autora, 2017.

Finalmente, como pode ser visto na Figura 54, o banco de dados de composições foi corretamente inserido dentro do *software* Arquimedes.

Figura 54 – Resultado da inserção do banco de dados no *software* Arquimedes

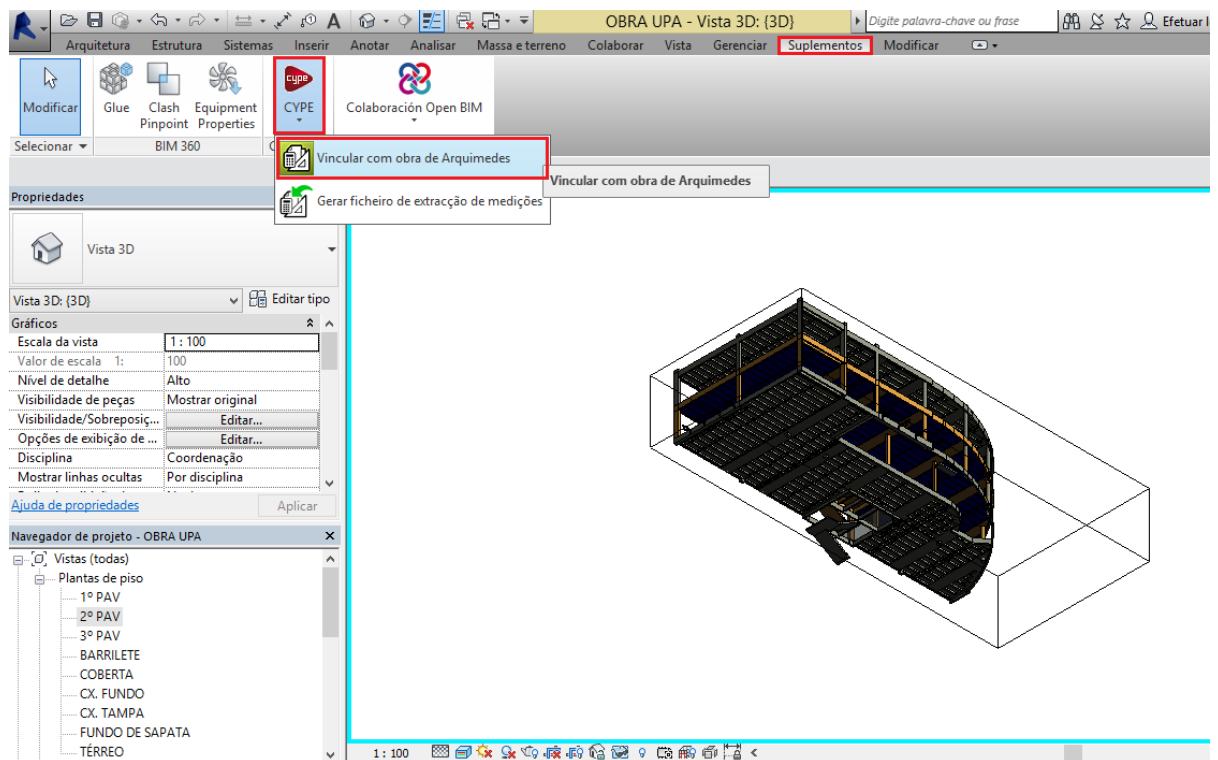
Código	Doc	Co Ud	Resumo	Quant	Preço	Valor
SINAPI_AGO_2017			Base de dados relativos à tabela SINAPI com referência em agosto de 2017.			
ESTRUTURA						
3331	UN		ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm		62,94	
3332	UN		ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm		108,47	
3337	UN		ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm		32,62	
3338	UN		ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm		53,56	
3985	KG		ARMADURA DE CORDOALHA CP-190RB D=12,7 MM		14,32	
85233	M3		CONCRETAGEM DE ESCADAS, FCK=30MPA CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO_AF_12/2015		383,45	
92408	M2		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMADE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL		122,35	
92452	M2		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMADE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÃO		86,42	
92481	M2		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMADE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1		147,14	
92490	M2		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMADE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, I		26,47	
92720	M3		CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M³ - LANÇ		385,92	
92726	M3		CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARALAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE L		383,45	
92759	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		9,97	
92760	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		9,18	
92761	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		8,79	
92762	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		7,16	
92763	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		5,91	
92764	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		4,58	
92765	KG		ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGADE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZAND		4,12	
92768	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		7,35	
92769	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		6,56	
92770	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		6,39	
92771	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		5,13	
92772	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		4,49	
92773	KG		ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA		4,24	

Fonte: Autora, 2017.

### 3.2.6.2 Estabelecimento do vínculo do Arquimedes com o Revit

Com o banco de dados inserido, pode-se vincular o modelo do *Revit* com o Arquimedes. Dentro da aba suplementos do *Revit*, seleciona-se o ícone do *plug-in* da CYPE e seleciona-se a opção “Vincular com Obra de Arquimedes” (Figura 55).

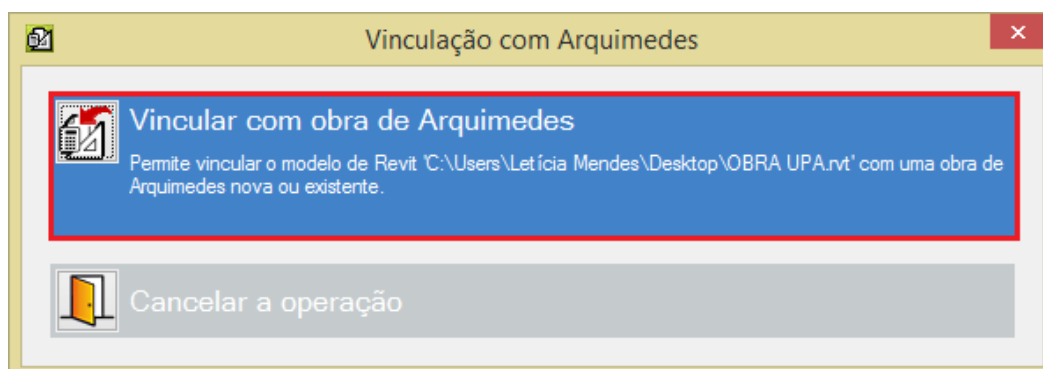
Figura 55 – *Plug-in* CYPE no *Revit*



Fonte: Autora, 2017.

Depois do breve carregamento do modelo, uma janela é aberta automaticamente no Arquimedes confirmando o vínculo como ilustra a Figura 56 a seguir.

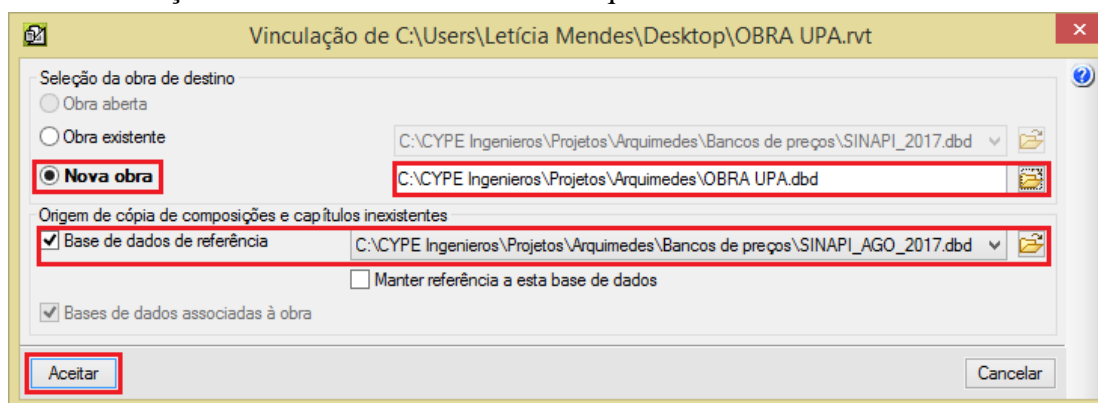
Figura 56 – Vinculação do modelo com Arquimedes



Fonte: Autora, 2017.

Logo após, foi necessária a criação de uma nova obra ou novo orçamento no Arquimedes como destino para o modelo do *Revit* de acordo com a Figura 57. Ela foi chamada “OBRA UPA” e recebeu como base de dados de referência aquela inserida anteriormente.

Figura 57 – Criação de uma obra de destino no Arquimedes

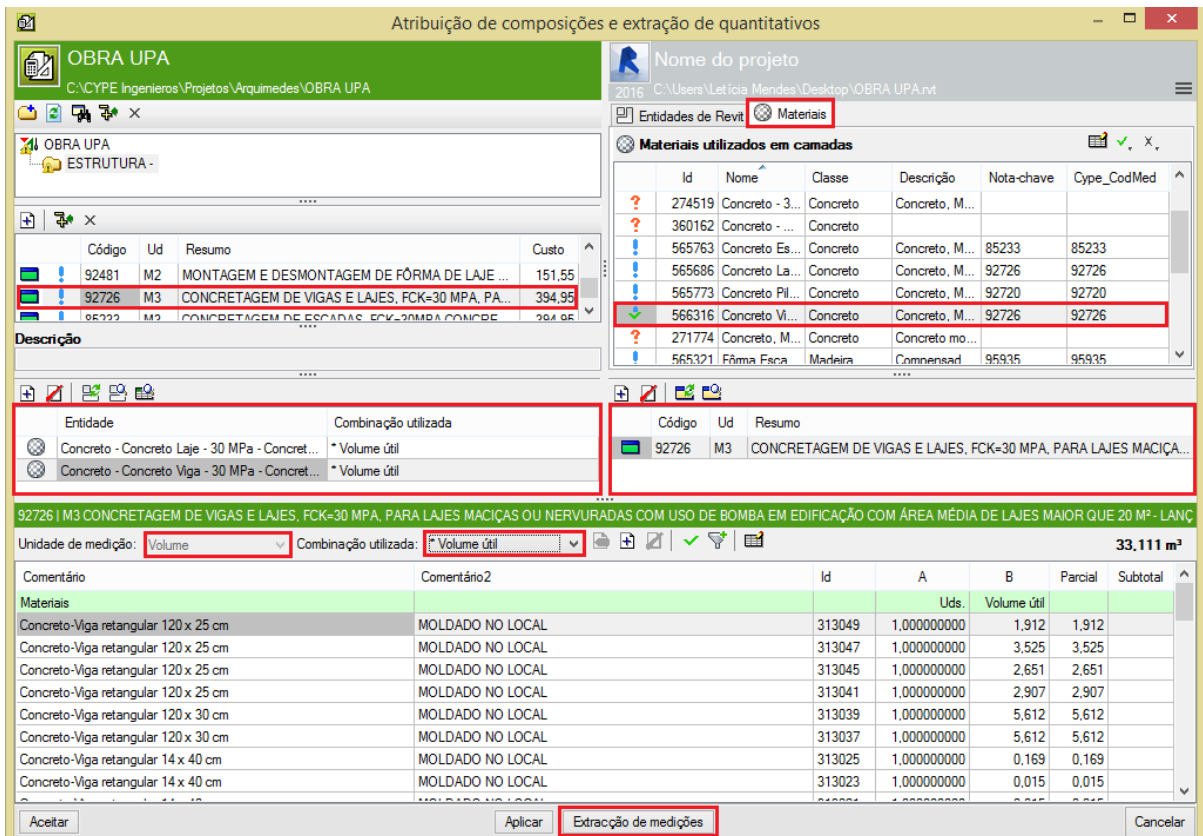


Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, os dados do modelo do *Revit* são vinculados à planilha orçamentária por meio do campo “nota-chave” referente ao código da composição. Esse é o modo mais automático de vinculação que o Arquimedes disponibiliza, de modo que os materiais ou os elementos do modelo (entidades de *Revit*) são diretamente conectados à sua respectiva composição de serviços como pode ser visualizado na Figura 58.

Ainda na mesma Figura, observa-se que a unidade de medição é automaticamente determinada de acordo com a coluna de unidades do banco de dados inserido. Para o material “Concreto Viga – 30Mpa”, por exemplo, foi atribuído “volume” como unidade de medida e “volume útil” como combinação de cálculo a ser utilizada para a extração de quantitativos.

Figura 58 – Atribuição de composições no Arquimedes

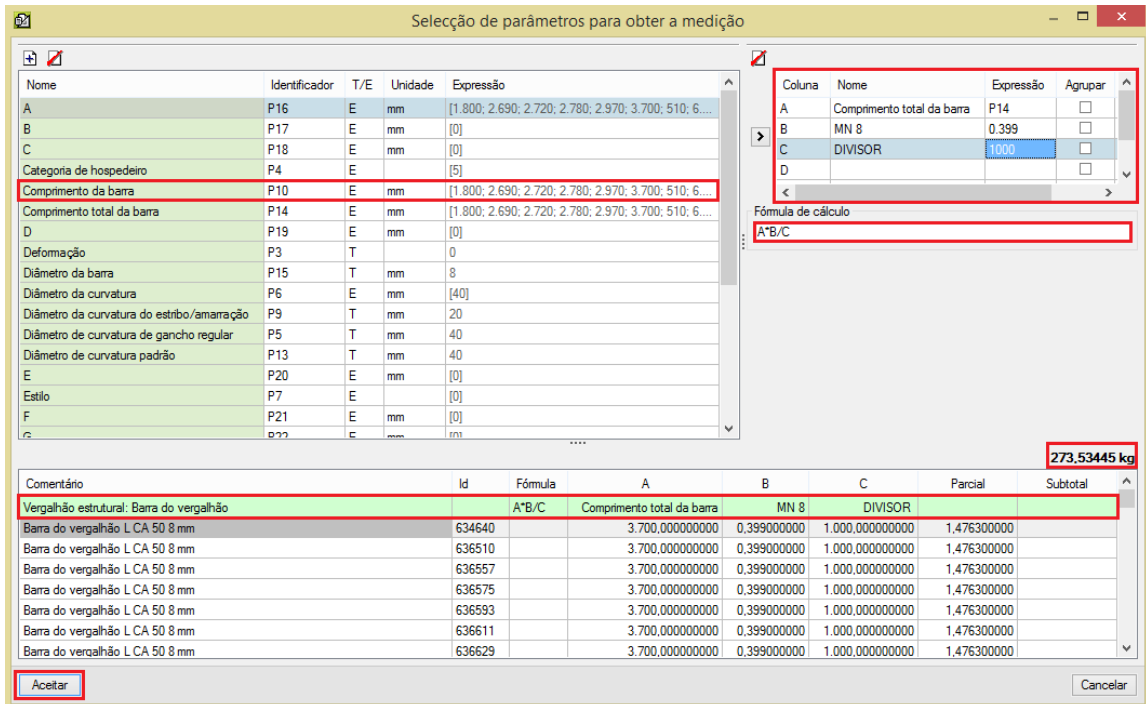


Fonte: Autora, 2017.

Para o levantamento de quantitativo das armaduras, no entanto, foi necessária a criação de uma nova combinação de cálculo, visto que as armaduras precisam ter o seu peso contabilizado em quilogramas, porém, o *Revit* só disponibiliza informações como o comprimento total da barra em milímetros ou o volume da barra em metros cúbicos. Dessa forma, similar ao que foi feito nas tabelas de quantitativos dentro do *Revit*, o comprimento total da barra em milímetros foi multiplicado pelo coeficiente de massa nominal (kg/m) e dividido por mil para se obter o peso em quilogramas (Figura 59).



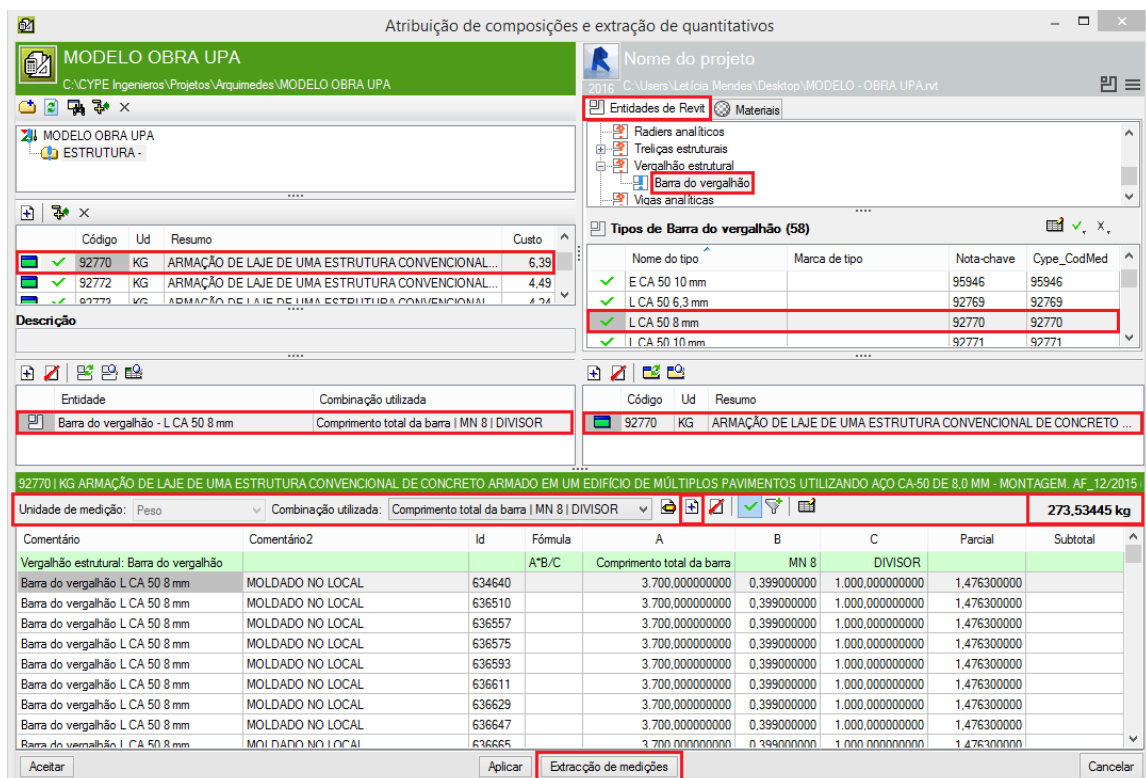
Figura 59 – Criação de uma nova combinação de cálculo



Fonte: Autora, 2017.

Aceita a combinação de cálculo, a quantidade encontrada foi efetivamente vinculada à referente composição de serviço como demonstra a Figura 60.

Figura 60 – Atribuição de composição a partir de uma nova combinação de cálculo



Fonte: Autora, 2017.



Cumpridas todas as etapas citadas anteriormente, os quantitativos são automaticamente lançados na planilha orçamentária de acordo com a Figura 61.

Figura 61 – Planilha orçamentária preenchida com as respectivas quantidades

Código	Doc.	Co.	Ud.	Resumo	Quant	Custo	Valor
MODELO OBRA UPA				MODELO OBRA UPA	1	133.186,896501277	133.186,896501277
92763	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	1.144,4591421	5,91	6.763,753529811
92759	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	354,99065368	9,97	3.539,2568171896
92764	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	273,0746826468	4,58	1.250,6820465223
92762	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	531,8608187584	7,16	3.808,1234623101
92760	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	239,6732229776	9,18	2.200,2001869344
92761	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	1.007,6336044152	8,79	8.857,0993828096
92765	KG			ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS	21,75984	4,12	89,6505408
92771	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	261,39982	5,13	1.340,9810766
92769	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	410,08784	6,56	2.690,1762304
92770	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	273,53445	6,39	1.747,8851355
92772	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	328,86	4,49	1.476,5814
92773	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	539,32932	4,24	2.286,7563168
92768	KG			ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMEN	32,8512	7,35	241,45632
95946	KG			ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA	145,928	6,29	917,88712
95944	KG			ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA	33,58416	11,01	369,7616016
3985	KG			ARMADURA DE CORDOALHA CP-190RB D-12,7 MM	596,4157	14,32	8.540,672824
3332	UN			ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	30	108,47	3.254,1
3338	UN			ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	30	53,56	1.606,8
3331	UN			ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	15	62,94	944,1
3337	UN			ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	15	32,62	489,3
92490	M2			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 201	363,127	26,47	9.611,97169
92452	M2			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA	236,601	86,42	20.447,05842
92408	M2			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIAS SE	85,9	122,35	10.509,865
95935	M2			FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E= 17 MM AF_01	29,227	106,91	3.124,65857
96257	M2			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES CIRCULARES, COM ÁREA MÉDIAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,21	21,116	106,32	2.245,05312

Fonte: Autora, 2017.

Todos os quantitativos foram praticamente idênticos àqueles encontrados por meio das planilhas extraídas do *Revit* e importadas para o *Microsoft Excel*, excetuando-se o volume de concreto e a área de fôrmas das escadas visto que foram contabilizados dois itens para uma única escada: escada monolítica e lance monolítico. Desse modo, optou-se por uma combinação de cálculo de modo a dividir por dois os valores encontrados (Figura 62).

Figura 62 – Combinação de cálculo para quantitativo de volume de concreto da escada

Nome	Identificador	T/E	Unidade	Expressão
Densidade	D45	E	kg/m³	[2,407,2645]
Área útil	D21	E		[35,7548]
Área	D22	E		[35,7548]
Volume útil	D31	E		[2,7195]
Volume	D32	E		[2,7195]

Coluna	Nome	Expressão	Agrupar	Acumular
A	Volume	D32	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
B	Divisor	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fórmula de cálculo  
A/B

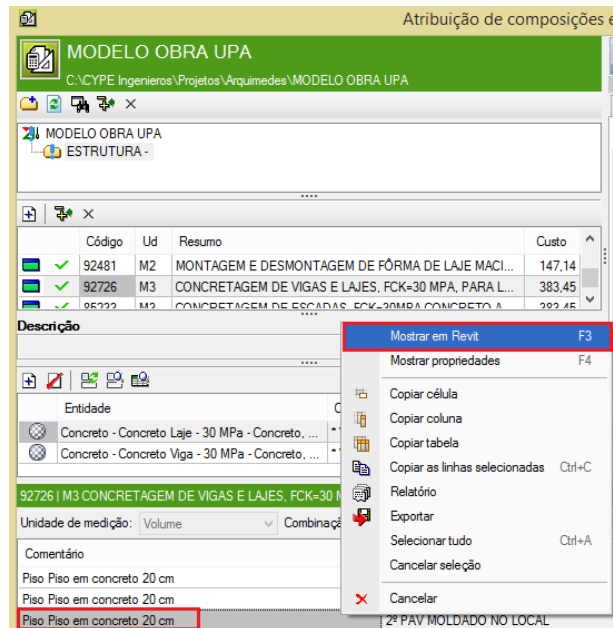
  

Comentário	Id	Fórmula	A	B	Parcial	Subtotal
2,72 m³						
Escada moldada no local		A/B	Volume	Divisor		
Escada monolítica	551961		2,720000000	2,000000000	1,360000000	
Lance monolítico Profundidade de 140 mm	551964		2,720000000	2,000000000	1,360000000	
					2,720000000	2,720000000

Fonte: Autora, 2017.

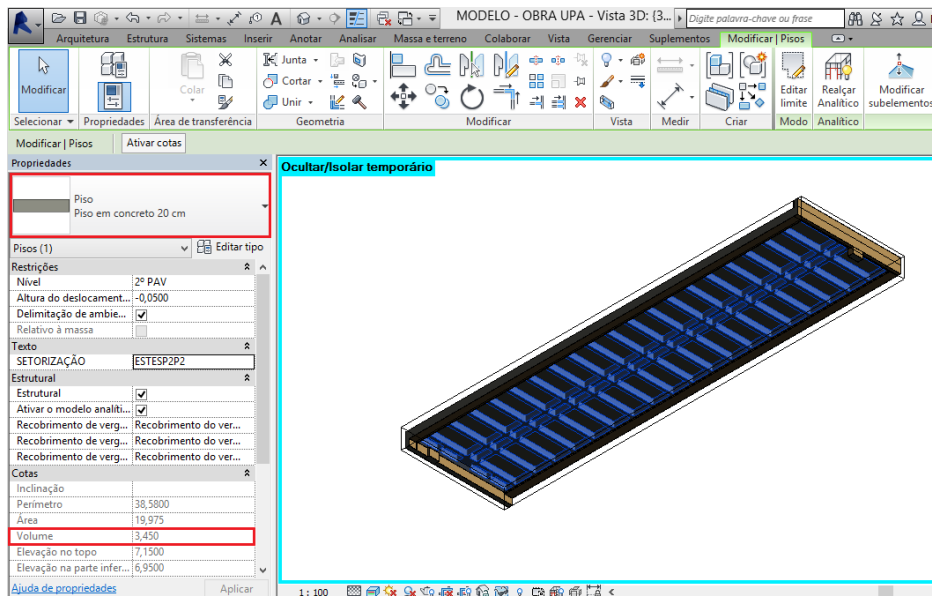
Apesar de o *software* Arquimedes importar apenas os dados do modelo do Revit e não o modelo propriamente dito para visualização, é possível selecionar o elemento e escolher a opção “Mostrar em Revit” como ilustra a Figura 63. Desse modo, pode-se visualizar o elemento selecionado no *Revit* de acordo com a Figura 64 a seguir. Essa função é importante para o controle dos elementos que estão sendo contabilizados, evitando equívocos como contagens duplas.

Figura 63 – Seleção de elemento para visualização no *Revit*



Fonte: Autora, 2017.

Figura 64 – Elemento selecionado mostrado no *Revit*



Fonte: Autora, 2017.

O *software* Arquimedes também disponibiliza elementos visuais para facilitar a identificação dos elementos que não foram vinculados à nenhuma composição ou das composições que não encontraram nenhum elemento ou material para se vincular. Essa ferramenta de controle ajuda o orçamentista a não esquecer algum vínculo (Figura 65).

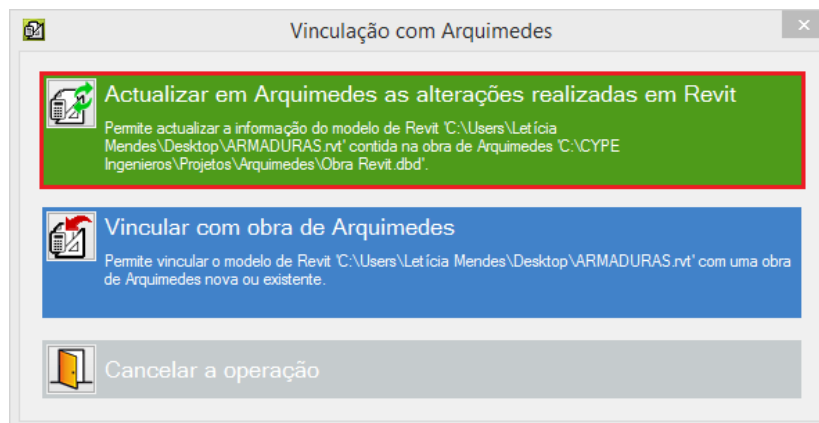
Figura 65 – Elementos de controle visuais

Id	Nome	Classe	Descrição	Nota-chave	Cype_CodMed
565763	Concreto Esc...	Concreto	Concreto, Mol...	85233	85233
565686	Concreto Laje...	Concreto	Concreto, Mol...	92726	92726
565773	Concreto Pilar...	Concreto	Concreto, Mol...	92720	92720
566316	Concreto Viga...	Concreto	Concreto, Mol...	92726	92726
271774	Concreto, Mol...	Concreto	Concreto mold...		
565321	Fôrma Escada	Madeira	Compensado, ...	95935	95935
565483	Fôrma Laje M	Madeira	Compensado, ...	92481	92481
508495	Fôrma Laje N	Madeira	Compensado, ...	92490	92490
81106	Forma padrão	Genérico			
565422	Fôrma Pilar Circ	Madeira	Compensado, ...	96257	96257
565169	Fôrma Pilar Ret	Madeira	Compensado, ...	92408	92408
564464	Fôrma Viga	Madeira	Compensado, ...	92452	92452
32971	PEDRA ARG...	PEDRA ARG...	PEDRA ARG...		

Fonte: Autora, 2017.

No caso de alguma alteração ter sido feita no *Revit*, basta que se repita o procedimento ilustrado anteriormente na Figura 55 de modo que o Arquimedes fará a atualização automática dos dados. Caso se deseje fazer um comparativo de diferentes modelos, basta escolher a opção “Vincular com obra de Arquimedes” e escolher a mesma base de dados de referência (Figura 66).

Figura 66 – Atualização das alterações feitas no *Revit*



Fonte: Autora, 2017.

Ademais, o programa conta ainda com a possibilidade de se extrair relatórios personalizados pelo usuário tanto de orçamento como de quantitativos, composições, insumos, entre outros (Figura 67).

Figura 67 – Extração de relatórios personalizados

Código	Descrição	Preço	Quantidade	Valor	Acumulado
3331	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	62,94	15 UN	944,1	944,1
3332	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	108,47	30 UN	3.254,1	4.198,2
3337	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	32,62	15 UN	489,3	4.687,5
3338	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	53,56	30 UN	1.606,8	6.294,3
3985	ARMADURA DE CORDOALHA CP-1908 D=12,7 MM	14,32	596,4157 KG	8.540,672824	14.834,972824
85233	CONCRETAGEM DE ESCADAS, FCK=30MPA CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA - LANÇAMENTO, ADEM.	383,45	2,72 M3	1.042,984	15.877,956824
92408	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM.	122,35	85,9 M2	10.509,865	26.387,821824
92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PE-DIRETO SIMPLES...	86,42	236,601 M2	20.447,05842	46.834,880244
92481	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 ...	147,14	10,914 M2	1.605,88596	48.440,766204
92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA M.	26,47	363,127 M2	9.611,97169	58.052,737894
92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉD.	385,92	9,505 M3	3.668,1696	61.720,907494
92726	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO...	383,45	74,367 M3	28.516,02615	90.236,933644
92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	9,97	354,99065368 KG	3.539,256817...	93.776,19046119
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	9,18	239,6732229... KG	2.200,200186...	95.976,3906481...
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	8,79	1.007,63360... KG	8.857,09332...	104.833,490030...
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	7,16	531,8608187... KG	3.808,123462...	108.641,613492...
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	5,91	1.144,45814... KG	6.762,753529...	115.403,367022...
92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	4,58	273,0746826... KG	1.250,682046...	116.656,049069...
92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM ED.	4,12	21,75984 KG	89,6505408	116.745,699610...
92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	7,35	32,8512 KG	241,45632	116.987,155930...
92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	6,56	410,08784 KG	2.690,1762304	119.677,332160...
92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	6,39	273,93445 KG	1.747,8851355	121.425,217296...
92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	5,13	261,39952 KG	1.340,9810766	122.766,198372...
92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	4,49	929,86 KG	4.176,5914	124.242,77972...
92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE...	4,24	539,32932 KG	2.286,7563168	126.529,536089...
95935	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA ESCADAS, COM 2 LANÇES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RES...	106,91	29,227 M2	3.124,69857	129.654,194659...
95944	ARMACÃO DE ESCADA, COM 2 LANÇES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO ...	11,01	33,58416 KG	369,7616016	130.023,956261...
95946	ARMACÃO DE ESCADA, COM 2 LANÇES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO ...	6,29	145,928 KG	917,88712	130.941,843381...
96257	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE PILARES CIRCULARES, COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES M.	106,32	21,116 M2	2.245,05312	133.186,896501...
	Soma total				133.186,896501...
	Total meios auxiliares				0
	Total custos indiretos				0,000000000000...
	Orçamento				133.186,896501...
	Orçamento por quantidades (com arredondamento)				133.186,896501...
	CENTO E TRINTA E TRÊS MIL CENTO E OITENTA E SEIS REAIS E NOVENTA CENTAVOS				

Fonte: Autora, 2017.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, é feita uma análise dos resultados obtidos avaliando a precisão e a confiabilidade dos quantitativos gerados por meio do *software Revit* em comparação com os quantitativos levantados manualmente com base em plantas no *software AutoCAD* fornecidos pela empresa responsável pelo cálculo estrutural.

As tabelas a seguir apresentam os quantitativos estruturais extraídos do modelo BIM lado a lado com os quantitativos levantados manualmente e a diferença relativa percentual.

A fórmula adotada para o cálculo da diferença relativa percentual é dada por:

$$Diferença (\%) = \left| \frac{(valor\ no\ método\ manual - valor\ no\ método\ BIM)}{valor\ no\ método\ BIM} \right| \times 100 \quad (1)$$

Segundo a IBRAENG OT-004/2016, a margem de erro tolerável para um orçamento do tipo detalhado (com base em projeto executivo) gira em torno de 5% para mais ou para menos. Dessa forma, os valores de diferença relativa inferiores ou iguais a 5% serão considerados insignificantes e os superiores serão considerados fora da margem de tolerância, buscando-se, assim, justificativas para tais discrepâncias.

Por meio de uma análise da Tabela 4, podemos observar que os quantitativos de volume de concreto extraídos do modelo BIM pouco diferem em relação aos quantitativos levantados manualmente nos quesitos pilares e vigas, visto que a diferença relativa é da ordem de 1%, não constituindo assim nenhuma representatividade para qualquer circunstância.

Para as lajes, no entanto, essa diferença foi um pouco mais expressiva e pode ser justificada pelo fato de que, no modelo BIM, os vazios das lajes nervuradas foram calculados minuciosamente, enquanto que, no método manual, esses volumes são contabilizados de forma aproximada. A diferença foi um pouco superior a 5%, o que já é considerado fora da margem de tolerância.

Diferentemente, para o quesito escadas, essa diferença foi de quase 20%, valor considerável que pode ser justificado pela complexidade geométrica do elemento em relação a outros como pilares e vigas, sendo complexa sua visualização e cálculo a partir de plantas 2D.

Tabela 4 – Comparativo dos volumes de concreto obtidos

<b>CONCRETO (m³)</b>			
	Método Manual	Método BIM	Diferença %
Pilares	9,50	9,51	0,11%
Vigas	33,50	33,13	1,12%
Lajes	38,90	41,27	5,74%
Escada	3,24	2,72	19,12%

Fonte: Autora, 2017.

Em seguida, foram comparados os valores de área de fôrmas obtidos, como pode ser visualizado na Tabela 5 abaixo, em que a diferença foi considerável, principalmente nos quesitos pilares, vigas e escada. Essa discrepância pode ser justificada pela difícil visualização dos elementos de fôrma em arquivos bidimensionais, em que diversos elementos podem ter sido esquecidos ou as interseções entre eles podem ter sido ignoradas, superestimando o quantitativo.

Vale ressaltar que os quantitativos fornecidos pelo escritório de cálculo não contemplavam a diferenciação de fôrmas para pilares circulares e de fôrmas para pilares retangulares, informação importante visto que, no escopo do orçamento, os custos para a execução dos serviços são diferentes em cerca de 15%.

Tabela 5 – Comparativo das áreas de fôrmas obtidas

<b>FÔRMAS (m²)</b>			
	Método Manual	Método BIM	Diferença %
Pilares	120,00	106,99	12,16%
Vigas	223,80	236,24	5,27%
Lajes	10,90	11,2	2,68%
Escada	18,72	29,23	35,96%

Fonte: Autora, 2017.

O mesmo fato ocorreu no quantitativo de armaduras fornecido, não sendo diferenciados os pesos para cada diâmetro nominal de barra, apenas por elemento estrutural. A Tabela 6 a seguir ilustra o comparativo, em que a diferença relativa pode ser considerada desprezível.

Tabela 6 – Comparativo dos pesos de armadura

<b>ARMADURA CA - 50/60 (kg)</b>			
	Método Manual	Método BIM	Diferença %
Pilares	784,58	785,95	0,17%
Vigas	2794,00	2787,57	0,23%
Lajes	1850,00	1846,19	0,21%
Escada	179,51	179,53	0,01%

Fonte: Autora, 2017.

Finalmente, foram analisados os pesos das cordoalhas de protensão e as unidades de ancoragens passivas e ativas nas Tabelas 7 e 8 respectivamente. Em ambos os casos, as diferenças foram insignificantes ou nulas.

Tabela 7 – Comparativo dos pesos de cordoalha de protensão obtidos

<b>PROTENSÃO (kg)</b>			
	Método Manual	Método BIM	Diferença %
CP - 190RB Ø 12.7 (kg)	597,16	596,42	0,12%

Fonte: Autora, 2017.

Tabela 8 – Comparativo das unidades de ancoragem obtidas

<b>ANCORAGEM (und)</b>			
	Método Manual	Método BIM	Diferença %
Ancoragem Ativa	45	45	0,00%
Ancoragem Passiva	45	45	0,00%

Fonte: Autora, 2017.

Por meio da realização desse estudo de caso, foi possível determinar os quantitativos estruturais da edificação com o auxílio da ferramenta BIM com mais agilidade e maior grau de confiabilidade quando comparados aos quantitativos manuais, que se mostraram mais passíveis de erros humanos, inerentes ao processo. Tais erros, por sua vez, estão sujeitos a serem propagados por todo o processo de orçamentação e análise de custos, causando o surgimento de novas falhas e afetando, assim, a tomada de decisão das organizações.

No levantamento de quantitativos utilizando-se o *Revit*, no entanto, percebeu-se que os quantitativos obtidos são consequências diretas da modelagem, isto é, se o modelo foi criado de forma apropriada, os quantitativos serão precisos. Isso permite que se possa trabalhar de forma segura com projetos mais complexos e arrojados geometricamente. No entanto, isso exige projetos de alta qualidade e bastante detalhados, a nível executivo.

Além disso, caso haja necessidade de realizar-se alterações posteriores no projeto, os levantamentos provenientes do *software* BIM utilizado são atualizados instantaneamente, evitando retrabalho e desperdício de tempo, fato que não ocorre no método convencional. Com isso, tem-se na metodologia BIM um novo meio de se realizar levantamentos de quantitativos de obras, tendo como principais vantagens sobre o método tradicional a precisão e a rapidez dos levantamentos.

Soma-se a isso o fato de que, na metodologia BIM, objetos e informação coexistem, formando um banco de dados detalhado com informações realmente válidas para apoiar decisões em diferentes fases do projeto. O método convencional, no entanto, não permite que as partes envolvidas sejam integradas em uma só fonte de dados.

Nota-se que, antes do uso do *software* Arquimedes, a metodologia BIM colabora somente com a automatização da listagem de quantidades. Após a obtenção dos quantitativos, retorna-se para o *Microsoft Excel*, continuando a mesma metodologia tradicional. No entanto, ao se conectar diretamente o modelo 3D com o *software* de orçamentação, existe a automatização do preenchimento das quantidades, bem como das atualizações quando o modelo é modificado, e a facilidade em comparar os custos de diferentes alternativas de projeto.

Uma das questões mais importantes acerca do uso do programa Arquimedes ou de qualquer outro programa de gestão de custos é o seu comportamento ao realizar a leitura do modelo e ao se deparar com alterações de projeto. Já que a metodologia BIM tem seu ponto central no fluxo de informações, é importante que suas ferramentas correspondam e processem alterações de dados de forma inteligente.

Conforme se observa, a integração dos quantitativos do *Revit versus* Arquimedes pode ser considerada bastante satisfatória visto que os valores foram praticamente idênticos. Ainda assim, elementos como a escada, que foi contabilizada duas vezes pelo *software* Arquimedes, demonstram que ainda é preciso cautela e atenção para que o que foi modelado não tenha sido esquecido ou tenha sido contado duplamente.

Desse modo, a integração transforma o orçamento automático, facilitando bastante a atividade de orçamentação. A extração de quantitativos e sua inserção na planilha orçamentária é incrivelmente simplificada por meio do código do serviço, reduzindo assim o trabalho de vinculação manual posterior, característico do método tradicional. Assim, a atividade de orçamentação pode ser facilitada, uma vez que em qualquer etapa poderiam ser extraídas planilhas de custos precisas e com rapidez. Elaborar planilhas de custos enquanto se



projeta é uma novidade na área da construção civil, pois permite, ainda nas fases iniciais do projeto, tomar decisões que antes só seriam determinadas nas suas últimas etapas ou mesmo durante a execução da obra.

Outro ponto importante a ser destacado foi a confirmação de que alterações de projeto são absorvidas e processadas de forma inteligente no Arquimedes. Como visto anteriormente, ao realizar uma mudança no modelo BIM e utilizando-se novamente o *plug-in* para o programa Arquimedes, o próprio *software* reconheceu que houve alterações no modelo, questionando se a importação dos dados deveria ser atualizada.

Dessa forma, o processo de cálculo e o processamento são realizados pelo *software*, ficando a cargo dos profissionais do setor de orçamentação a verificação das quantidades e das especificações dos elementos construtivos quantificados. Isso possibilita muito mais facilmente a análise de diferentes cenários a partir dos impactos das alterações de projeto, tornando o orçamentista apto a participar mais ativamente das mudanças durante as etapas críticas de projeto.

Como visto anteriormente, o programa Arquimedes, depois de encontrados todos os valores de quantidade desejados, ainda permite a geração de uma lista de quantidades, formatada e dividida da forma que a empresa ou o usuário deseje, para dar seguimento aos trabalhos utilizando os dados de quantidade recém gerados. Podem ser gerados relatórios de cálculos unitários de cada objeto do modelo para análise minuciosa, assim como podem ser preparados os pacotes de quantidade a serem orçados por diversos fornecedores. Por não estarem enquadradas nos objetivos desta pesquisa, estas possibilidades não foram exploradas. Ainda assim, percebe-se o grande potencial da ferramenta em utilizar os dados do modelo BIM de forma otimizada e eficiente. Percebe-se também que aqui que cada vez mais as diferentes etapas e os diferentes setores de um empreendimento de construção civil podem trabalhar de forma mais sistêmica e integrada, desde que haja a colaboração das diversas partes envolvidas.

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante realizar a modelagem e a orçamentação da parte arquitetônica e de instalações de uma edificação, analisando os benefícios e desafios da metodologia BIM para esses quesitos. Pode-se verificar como o Arquimedes ou outro *software* de orçamentação se comporta diante desses tipos de quantitativos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa possibilitou atingir o principal objetivo traçado a partir das análises feitas com a aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da obra UPA.

Visando ter o primeiro objetivo específico atingido, em que se buscou entender o processo de orçamentação no método tradicional com o intuito de conhecer suas aplicações e limitações, foi realizada uma revisão bibliográfica expondo as definições, características e utilidades do orçamento, seus principais tipos e como são realizados os orçamentos convencionais. A partir desse acervo, foi possível identificar que o orçamento é peça fundamental para o sucesso dos empreendimentos, mas que ainda é realizado de maneira pouco precisa, bastante manual e exaustiva, além de não se mostrar eficiente frente às modificações de projeto.

Em relação ao segundo objetivo específico, que consistia em apresentar o conceito de BIM e sua filosofia de trabalho na elaboração de orçamentos, realizou-se um referencial teórico, expondo seus conceitos, benefícios, aplicações e ferramentas oferecidos de modo que essa nova filosofia se mostrou extremamente poderosa para a elaboração de orçamentos cada vez mais precisos e automáticos. Apesar disso, foram discutidas as dificuldades ainda existentes no País em se implementar esse processo.

Com o intuito de atingir o terceiro objetivo específico, que era integrar o modelo 3D paramétrico ao orçamento a partir de um estudo de caso de acordo com a metodologia BIM, foi desenvolvido um modelo 3D estrutural em *Revit*, do qual foram extraídos os quantitativos e elaborado um orçamento convencional dos custos diretos em *Microsoft Excel*. Em seguida, foram comparados os resultados com as quantidades fornecidas pelo calculista, sendo possível concluir que os dados foram similares, excetuando-se os de elementos como escadas, lajes nervuradas e fôrmas devido à complexidade geométrica. Assim, confirmou-se a superioridade do BIM em extrair quantitativos mais precisos e automáticos.

Ademais, implementou-se um *plug-in* capaz de integrar diretamente o modelo 3D ao *software* de orçamentação Arquimedes, em que se notou a grande possibilidade de se operar de forma integrada e sequencial com esses programas.

O quarto objetivo específico procurou avaliar os ganhos e desafios resultantes da aplicação do BIM no processo de orçamentação se comparada ao método tradicional. Concluiu-se que a utilização da metodologia em empreendimentos de construção civil é uma excelente ferramenta frente a modificações de projeto, análise de cenários alternativos e tomada de

decisões em todas as fases de projeto. Essas possibilidades são de grande utilidade ao incorporador para a análise de viabilidade econômica do empreendimento e como diferencial competitivo.

Conclui-se também que o orçamentista e seus conhecimentos técnicos construtivos têm papel fundamental no levantamento de custos, sua experiência é o diferencial para validar os modelos dentro dos *softwares* BIM.

Finalmente, apesar das dificuldades inerentes à completa adoção da metodologia BIM pelas empresas brasileiras, a absorção dessa filosofia é uma questão de tempo. Empresas mais estruturadas vêm sendo pioneiras na tentativa de reordenar seus processos internos a fim de se adequar e colher os benefícios do uso do BIM, visto que as que quiserem competir, seja no mercado interno ou no externo, terão que evoluir e adotar novos métodos e tecnologia, e, sem dúvida, o desenvolvimento da construção civil passa pelo BIM.

## REFERÊNCIAS

- ALDER, M. A. *Comparing time and accuracy of building information modeling to on screen take off for a quantity take off on a conceptual estimate*. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.
- ANDRADE, A. C., SOUZA U. E. L. **Diferentes abordagens quanto ao orçamento de obras habitacionais: aplicação ao caso do assentamento da alvenaria**. In: *Anais... do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído – Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002*.
- AOUAD, G.; LEE, A.; MARSHALL-POINTING, A. J.; WU, S.; KOH, I.; FU, C.; COOPER, R.; BETTS, M.; KAGIOGLOU, M.; FISCHER, M. *Developing a Vision of nD-Enabled Construction*. Construction IT, 2003.
- AYRES FILHO, C. G. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 2009.152 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009. Disponível em: <<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/Teses.do>>.
- AZEVEDO, O.J.M. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho. Braga. 2009.
- BARONI, L. L. **Os desafios para implementação do BIM no Brasil**. Revista Construção Mercado. São Paulo: Pini, ed. 115, fev. 2011.
- BIOTTO, C. N. **Método de gestão da produção na construção civil com uso da modelagem BIM 4D**. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- BONOMA, T. V. *Case research in marketing: opportunities, problems, and process*. **Journal of Marketing Research**, v.22, p. 199-208, 1985. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3151365?sid=21105167669591&uid=3731577664&uid=67&uid=2&uid=7751112&uid=47157&uid=3&uid=5909624&uid=62>>. Acesso em: 20/06/2017.
- BSPAR INCORPORAÇÕES. **Imagens**. Disponível em: <<http://bsdesign.com.br/imagens/>>. Acesso em jul. 2017.
- CABRAL, Eduardo C. C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação**. 1988. 106 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de metodologias e conceitos**. v. 3, Brasília, 2014. Disponível em: <[http://downloads.caixa.gov.br/\\_arquivos/composicoes\\_aferidas/manuais\\_composicoes/SINA\\_PI\\_Manual\\_de\\_Metodologias\\_e\\_Conceitos\\_v003.pdf](http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/composicoes_aferidas/manuais_composicoes/SINA_PI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v003.pdf)>. Acesso em: 26/07/2017.
- CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras: Volume 1 - Fundamento BIM**. Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 119 p.
- COELHO, R. S. de A. **Planejamento e controle de custos nas edificações**. São Luís: UEMA, 2006.

COELHO, R. S. **Orçamento de obras prediais**. Editora UEMA, São Luís/MA. 2001.

DIAS, P.R.V. **Engenharia de Custos: metodologia de orçamentação para obras civis - 5ª ed.**, Curitiba, PR: Copiare, 2004.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. [S.L.]: BOOKMAN EDITORA LTDA, 2014. 483 p.

FARIA, R. **Construção Integrada**. Revista Técnica. São Paulo: Pini, n. 127, out. 2007.

FLORIO, W. **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**, In: SEMINÁRIO TIC 2007 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC 2007, 2007. CD-ROM.

GOLDMAN, P. **Sistema de planejamento e controle de custos na construção civil: subsector edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1999.

GOOGLE. **Google Earth**. Version 2017. Disponível em <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em ago. 17.

GOUVÊA, L. B. de; PAULA, F. A. de; LORENZI, P. C. **Aplicação de CAD 4D/5D a partir do modelo integrado de informação para habitação unifamiliar**. 95f.

IMPACTO PROTENSÃO. **Tabela de Caixas**. Disponível em: <<http://www.impactoprotensao.com.br/formas/>>. Acesso em jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA. **OT-004/2016-IBRAENG: Precisão e Margens de Erros dos Orçamentos de Engenharia**. Fortaleza, 2016. Disponível em: <<http://www.ibraeng.com.br/pub/normas/>>. Acesso em out. 2017.

JOHNSON, T. H; KAPLAN, R. S. **Relevance lost: the rise and fail of management accounting**. Boston: Harvard Business School, 1987.

JUNGLES, A. E., AVILA, A. V. **Gerenciamento na Construção Civil**. Chapecó: Editora Argos, 2006.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D and Simulations**. New York: McGraw-Hill, 2008.

LUKE, Washington Gutemberg. **Gestão da Informação de Infraestrutura e edificações no Setor Público**. Presented at the Autodesk University Brasil, 2012.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC. 1997.

MAKE BIM. **Colaboração e troca de modelos BIM**. Disponível em: <<http://www.makebim.com/2017/05/17/colaboracao-e-troca-de-modelos-bim/>>. Acesso em jul. 2017.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** Tese (Doutorado em Engenharia) – São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações.** 238f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MATIPA, W. M. *Total cost management at the design stage using a building product model.* Tese (Doctored in Philosophy Engineering). Faculty of Engineering, Department of Civil ND Environmental Engineering of National University of Ireland, Cork. 2008.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas.** São Paulo: Ed. Pini, 2006.

MONTEIRO, A., MARTINS, J. P. P. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design.** Porto: Faculty of Engineering, University of Porto, 2013.

PINI. **TCPO 2000: Tabela de composições de preços para orçamento.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1999.

PINI. Estimativa de Gastos por Etapa da Obra (%). Construção Mercado São Paulo n. 170, setembro/2015.

SABOL, L. *Challenges in cost estimating with Building Information Modeling.* **Design + Construction Strategies**, 2008.

Disponível em: <[http://www.dcstrategies.net/files/2\\_sabol\\_cost\\_estimating.pdf](http://www.dcstrategies.net/files/2_sabol_cost_estimating.pdf)>. Acesso em: 17/06/2017.

SANTOS, Eduardo Toledo; BARISON, Maria Bernardete. **Bim e universidades.** **Revista Construção e Mercado.** Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negociosincorporacao-construcao/115/o-desafio-para-as-universidades-formacao-de-recursoshumanos-208417-1.asp>> Acesso em: 15/06/2017.

SHEN, Z.; ISSA, R.R.A. *Quantitative evaluation of the BIM – assisted construction detailed cost estimates.* **ITcon**, v. 15, p. 234-257, 2010. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=constructionmgt>>. Acesso em: 10/06/2017.

TOENJES, L. P. *Building trades estimating.* Orland Park: American Technical Publishers, 2000.

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de Quantitativos em Projeto: Uma Análise Comparativa do Fluxo de Informações entre as Representações em 2D e o Modelo de Informações da Construção (BIM).** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011.

## APÊNDICE A – ESCOPO ANALÍTICO DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>FUES</b>	<b>92720</b>	<b>CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M<sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015</b>	<b>M3</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 385,92</b>
INSUMO	1525	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	1,1030	R\$ 332,65	R\$ 366,91
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990	R\$ 17,28	R\$ 3,44
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1920	R\$ 12,94	R\$ 15,42
COMPOSICAO	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0680	R\$ 1,45	R\$ 0,10
COMPOSICAO	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1310	R\$ 0,34	R\$ 0,04
<b>FUES</b>	<b>92726</b>	<b>CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M<sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015</b>	<b>M3</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 383,45</b>
INSUMO	1525	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	1,1030	R\$ 332,65	R\$ 366,91
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5120	R\$ 17,28	R\$ 8,85
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5860	R\$ 12,94	R\$ 7,58
COMPOSICAO	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0440	R\$ 1,45	R\$ 0,06
COMPOSICAO	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1270	R\$ 0,34	R\$ 0,04
<b>FUES</b>	<b>85233</b>	<b>CONCRETAGEM DE ESCADAS, FCK=30MPA CONCRETO ARMADO, FCK = 15 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015</b>	<b>M3</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 383,45</b>
INSUMO	1525	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	1,1030	R\$ 332,65	R\$ 366,91
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5120	R\$ 17,28	R\$ 8,85
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5860	R\$ 12,94	R\$ 7,58
COMPOSICAO	90586	VIBRADOR DE IMERSAO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0440	R\$ 1,45	R\$ 0,06
COMPOSICAO	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1270	R\$ 0,34	R\$ 0,04
<b>FUES</b>	<b>96257</b>	<b>MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES CIRCULARES, COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,28 M<sup>2</sup>, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 106,32</b>
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0095	R\$ 6,26	R\$ 0,06
INSUMO	4517	PECA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 2,5 X 7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	0,1390	R\$ 1,16	R\$ 0,16
INSUMO	40271	LOCACAO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSAO DE *1,50* A *2,80* M	MES	0,3220	R\$ 2,56	R\$ 0,82
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0900	R\$ 13,31	R\$ 1,20
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3760	R\$ 14,06	R\$ 5,29
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0500	R\$ 17,18	R\$ 35,22
COMPOSICAO	96252	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES CIRCULARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. AF_06/2017	M2	0,5300	R\$ 119,95	R\$ 63,57

CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>FUES</b>	<b>92408</b>	<b>MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 122,35</b>
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0170	R\$ 6,26	R\$ 0,11
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0270	R\$ 13,31	R\$ 0,36
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6280	R\$ 14,06	R\$ 8,83
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,4220	R\$ 17,18	R\$ 58,79
COMPOSICAO	92269	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M2	1,0200	R\$ 53,20	R\$ 54,26
<b>FUES</b>	<b>92481</b>	<b>MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 147,14</b>
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0170	R\$ 6,26	R\$ 0,11
INSUMO	6193	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	3,1120	R\$ 4,68	R\$ 14,56
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0650	R\$ 13,31	R\$ 0,87
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8150	R\$ 14,06	R\$ 11,46
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,4450	R\$ 17,18	R\$ 76,37
COMPOSICAO	92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M2	1,0200	R\$ 26,06	R\$ 26,58
COMPOSICAO	92273	FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA. AF_12/2015	M	1,3480	R\$ 12,76	R\$ 17,20
<b>FUES</b>	<b>92490</b>	<b>MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 26,47</b>
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0080	R\$ 6,26	R\$ 0,05
INSUMO	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	0,3970	R\$ 1,81	R\$ 0,72
INSUMO	40270	VIGA DE ESCORAMAENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	0,0300	R\$ 44,00	R\$ 1,32
INSUMO	40290	LOCACAO DE FORMA PLASTICA PARA LAJE NERVURADA, DIMENSOES *60* X *60* X *16* CM	MES	1,0300	R\$ 2,60	R\$ 2,68
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1580	R\$ 14,06	R\$ 2,22
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8610	R\$ 17,18	R\$ 14,79
COMPOSICAO	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,1830	R\$ 25,62	R\$ 4,69
<b>FUES</b>	<b>92452</b>	<b>MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 86,42</b>
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0100	R\$ 6,26	R\$ 0,06
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,7260	R\$ 7,49	R\$ 5,44
INSUMO	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	0,8300	R\$ 1,81	R\$ 1,50
INSUMO	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	0,3560	R\$ 3,95	R\$ 1,41
INSUMO	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,4740	R\$ 0,98	R\$ 0,46
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0330	R\$ 13,31	R\$ 0,44
INSUMO	40339	LOCACAO DE CRUZETA PARA ESCORA METALICA	MES	0,8300	R\$ 0,98	R\$ 0,81
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3240	R\$ 14,06	R\$ 4,56
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,7690	R\$ 17,18	R\$ 30,39
COMPOSICAO	92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,6210	R\$ 66,58	R\$ 41,35



CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>FUES</b>	<b>95935</b>	<b>FABRICAÇÃO DE FORMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E= 17 MM. AF_01/2017</b>	<b>M2</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 106,91</b>
INSUMO	1358	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	M2	1,3450	R\$ 23,77	R\$ 31,97
INSUMO	4491	PEÇA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	6,4820	R\$ 7,49	R\$ 48,55
INSUMO	4517	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 2,5 X 7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	0,7750	R\$ 1,16	R\$ 0,90
INSUMO	5073	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	0,0400	R\$ 10,99	R\$ 0,44
INSUMO	20247	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0510	R\$ 11,94	R\$ 0,61
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2050	R\$ 14,06	R\$ 2,88
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0260	R\$ 17,18	R\$ 17,63
COMPOSICAO	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0550	R\$ 20,86	R\$ 1,15
COMPOSICAO	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,1500	R\$ 18,54	R\$ 2,78
<b>FUES</b>	<b>92759</b>	<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 9,97</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,1900	R\$ 0,11	R\$ 0,13
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0203	R\$ 14,03	R\$ 0,28
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1241	R\$ 17,18	R\$ 2,13
COMPOSICAO	92791	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 7,16	R\$ 7,16
<b>FUES</b>	<b>92760</b>	<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM -</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 9,18</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,9700	R\$ 0,11	R\$ 0,11
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0155	R\$ 14,03	R\$ 0,22
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0947	R\$ 17,18	R\$ 1,63
COMPOSICAO	92792	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 6,96	R\$ 6,96
<b>FUES</b>	<b>92761</b>	<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 8,79</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,7430	R\$ 0,11	R\$ 0,08
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0115	R\$ 14,03	R\$ 0,16
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0707	R\$ 17,18	R\$ 1,21
COMPOSICAO	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 7,07	R\$ 7,07

CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA</b>						
FUES	92762	CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM -	KG	Coefficiente	Custo	R\$ 7,16
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,5430	R\$ 0,11	R\$ 0,06
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0086	R\$ 14,03	R\$ 0,12
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0529	R\$ 17,18	R\$ 0,91
COMPOSICAO	92794	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 5,80	R\$ 5,80
<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA</b>						
FUES	92763	CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM -	KG	Coefficiente	Custo	R\$ 5,91
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,3670	R\$ 0,11	R\$ 0,04
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0063	R\$ 14,03	R\$ 0,09
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0386	R\$ 17,18	R\$ 0,66
COMPOSICAO	92795	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 4,85	R\$ 4,85
<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA</b>						
FUES	92764	CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM -	KG	Coefficiente	Custo	R\$ 4,58
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,2120	R\$ 0,11	R\$ 0,02
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0043	R\$ 14,03	R\$ 0,06
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0261	R\$ 17,18	R\$ 0,45
COMPOSICAO	92796	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 3,78	R\$ 3,78
<b>ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA</b>						
FUES	92765	CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	Coefficiente	Custo	R\$ 4,12
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,1130	R\$ 0,11	R\$ 0,01
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0028	R\$ 14,03	R\$ 0,04
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0172	R\$ 17,18	R\$ 0,30
COMPOSICAO	92797	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 3,51	R\$ 3,51
<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.</b>						
FUES	92768	CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.	KG	Coefficiente	Custo	R\$ 7,35
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	2,1180	R\$ 0,11	R\$ 0,23
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0140	R\$ 14,03	R\$ 0,20
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0855	R\$ 17,18	R\$ 1,47
COMPOSICAO	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 5,19	R\$ 5,19

CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>FUES</b>	<b>92769</b>	<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM.</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 6,56</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,3330	R\$ 0,11	R\$ 0,15
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0105	R\$ 14,03	R\$ 0,15
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0646	R\$ 17,18	R\$ 1,11
COMPOSICAO	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 4,89	R\$ 4,89
<b>FUES</b>	<b>92770</b>	<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 6,39</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,7280	R\$ 0,11	R\$ 0,08
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0078	R\$ 14,03	R\$ 0,11
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0475	R\$ 17,18	R\$ 0,82
COMPOSICAO	92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 5,12	R\$ 5,12
<b>FUES</b>	<b>92771</b>	<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 5,13</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,3570	R\$ 0,11	R\$ 0,04
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0057	R\$ 14,03	R\$ 0,08
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0348	R\$ 17,18	R\$ 0,60
COMPOSICAO	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 4,15	R\$ 4,15
<b>FUES</b>	<b>92772</b>	<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 4,49</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,1470	R\$ 0,11	R\$ 0,02
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0040	R\$ 14,03	R\$ 0,06
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0247	R\$ 17,18	R\$ 0,42
COMPOSICAO	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 3,73	R\$ 3,73
<b>FUES</b>	<b>92773</b>	<b>ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM.</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 4,24</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0026	R\$ 14,03	R\$ 0,04
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0158	R\$ 17,18	R\$ 0,27
COMPOSICAO	92805	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 3,67	R\$ 3,67

CLASSE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>FUES</b>	<b>95944</b>	<b>ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 11,01</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,8270	R\$ 0,11	R\$ 0,09
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0470	R\$ 14,03	R\$ 0,66
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2970	R\$ 17,18	R\$ 5,10
COMPOSICAO	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 4,89	R\$ 4,89
<b>FUES</b>	<b>95946</b>	<b>ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 6,29</b>
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250	R\$ 10,65	R\$ 0,27
INSUMO	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,4310	R\$ 0,11	R\$ 0,05
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0150	R\$ 14,03	R\$ 0,21
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0940	R\$ 17,18	R\$ 1,61
COMPOSICAO	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000	R\$ 4,15	R\$ 4,15
<b>FUES</b>	<b>3985</b>	<b>ARMADURA DE CORDOALHA CP-190RB D=12,7 MM</b>	<b>KG</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 14,32</b>
COMPOSICAO	I0040	AJUDANTE DE ARMADOR/FERREIRO	H	0,0700	R\$ 5,60	R\$ 0,39
COMPOSICAO	I0121	ARMADOR/FERREIRO	H	0,2000	R\$ 7,20	R\$ 1,44
INSUMO	I0849	CONJUNTO DE EQUIPAMENTOS PARA PROTENSAO E INJECAO	KG	1,1000	R\$ 3,95	R\$ 4,35
INSUMO	I0861	CORDOALHA CP-190 RB D=12,7 MM	KG	1,1000	R\$ 5,95	R\$ 6,55
<b>FUES</b>	<b>3331</b>	<b>ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm</b>	<b>UN</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 62,94</b>
COMPOSICAO	I0037	AJUDANTE	H	2,0000	R\$ 5,60	R\$ 11,20
INSUMO	I0056	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	1,0000	R\$ 41,99	R\$ 41,99
<b>FUES</b>	<b>3332</b>	<b>ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm</b>	<b>UN</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 108,47</b>
COMPOSICAO	I0037	AJUDANTE	H	4,0000	R\$ 5,60	R\$ 22,40
INSUMO	I0058	ANCORAGEM ATIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm	UN	1,0000	R\$ 66,58	R\$ 66,58
<b>FUES</b>	<b>3337</b>	<b>ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm</b>	<b>UN</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 32,62</b>
COMPOSICAO	I0037	AJUDANTE	H	2,0000	R\$ 5,60	R\$ 11,20
INSUMO	I0062	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 1 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	1,0000	R\$ 11,67	R\$ 11,67
<b>FUES</b>	<b>3338</b>	<b>ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHAS DE 12,7mm</b>	<b>UN</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Custo</b>	<b>R\$ 53,56</b>
COMPOSICAO	I0037	AJUDANTE	H	4,0000	R\$ 5,60	R\$ 22,40
INSUMO	I0064	ANCORAGEM PASSIVA PARA CABO COM 2 CORDOALHA DE 12,7mm	UN	1,0000	R\$ 11,67	R\$ 11,67