



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

BRUNO GUERREIRO FISTAROL

**ELABORAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO, HIDROSSANITÁRIO E
ORÇAMENTO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR UTILIZANDO
SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM**

**FLORIANÓPOLIS
2015**

BRUNO GUERREIRO FISTAROL

**ELABORAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO, HIDROSSANITÁRIO E
ORÇAMENTO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR UTILIZANDO
SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito parcial
exigido pelo curso de Graduação em
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

**FLORIANÓPOLIS
2015**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fistarol, Bruno Guerreiro

Elaboração de Projeto Arquitetônico, Hidrossanitário e Orçamento de Residencial Multifamiliar Utilizando Software em Plataforma BIM / Bruno Guerreiro Fistarol ; orientadora, Cristine do Nascimento Mutti - Florianópolis, SC, 2015.
66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Projetos. 3. Orçamento. 4. Building Information Modeling. 5. Revit. I. Mutti, Cristine do Nascimento. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

**ELABORAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO, HIDROSSANITÁRIO E
ORÇAMENTO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR UTILIZANDO
SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Civil”, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de novembro de 2015.

Banca Examinadora:



Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Lisiane Ilha Librelotto, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Bruno Schmitz da Costa

Dedico esse trabalho especialmente a minha mãe, Sônia Guerreiro Fistarol, por todo o apoio, auxílio e amor dedicado a mim e meu irmão durante todas as etapas de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente aos meus pais, Sônia Guerreiro Fistarol e Salvio Vilmar Fistarol, por todas as condições que me deram ao longo da minha vida possibilitando meus projetos e realizações. A minha mãe por todo o carinho, educação e dedicação em absolutamente todos os aspectos. Ao meu pai pelos seus ensinamentos de trabalho, determinação, visão e empreendedorismo que levarei como exemplo para toda minha vida.

Ao meu avô, Gilberto Vidal Guerreiro, por seus valores como pessoa, atenção e apoio que me passou e esteve presente desde o meu nascimento.

A minha avó, Zilda Boldrini Guerreiro, pelo cuidado, amor e acolhimento que sempre me deu.

Ao meu irmão, André Guerreiro Fistarol, por ser essa pessoa incrível em que sempre pude confiar e que além de irmão sempre foi um grande amigo.

Aos meus tios, primos e todos os familiares que de alguma forma me ajudaram na minha caminhada.

A minha querida namorada, Fernanda Ramos Paes e Lima, por todo seu amor, companheirismo, carinho e acima de tudo caráter, que foi e é uma grande fonte de inspiração.

Ao construtor João Pedro Salvador e seu mestre de obras Maico por todo o aprendizado adquirido em obra. A equipe da empresa de gestão de obras UP PLANEJAR.

A minha professora orientadora, Cristine do Nascimento Mutti, por suas aulas e principalmente por todo o auxílio que me deu na realização desse trabalho, me ajudando e incentivando em todos os desafios encontrados. Excelente orientadora, superando todas as expectativas, que já eram boas.

Ao engenheiro civil, Bruno Schmitz da Costa, por todo o conhecimento adquirido na área de Building Information Modeling, principalmente no software Revit, que foi além de suas excelentes aulas, me auxiliando sempre que foi preciso. É um grande prazer tê-lo em minha banca examinadora.

A todos meus amigos que foram importantíssimos na minha formação acadêmica e pessoal, dividindo momentos de descontração e muito estudo durante toda a graduação.

“As únicas grandes companhias que conseguirão ter êxito são aquelas que consideram os seus produtos obsoletos antes que os outros o façam” (BILL GATES).

RESUMO

Esse trabalho de conclusão de curso tem por objetivo a elaboração e compatibilização de projetos, assim como a elaboração de orçamento utilizando-se software em plataforma BIM. O método foi a elaboração de projetos arquitetônico e hidrossanitário em Revit, compatibilizando-os entre si e com uma estrutura genérica lançada. Posteriormente foram obtidos os quantitativos referentes a arquitetura e instalações projetadas e a partir disso se desenvolveu o orçamento. Para os projetos de engenharia que não foram elaborados, obteve-se quantitativos por estimativas e através de projetos similares. Com a realização do trabalho verificou-se as vantagens de se utilizar uma ferramenta que trabalha em BIM em diversas situações, principalmente na eficiente identificação de incompatibilizações de projetos e na qualidade de obtenção de quantitativos para realização de orçamentos, além de que eventuais mudanças nos projetos já proporcionam mudanças automáticas nos quantitativos. Como resultados foram gerados projetos de arquitetura e de instalações hidrossanitárias, além de orçamento sintético, analítico, curva ABC e composições de serviços. A partir destas ferramentas é possível ter um melhor planejamento financeiro para obra a partir do orçamento detalhado, assim como um melhor controle dos itens pertencentes a curva A do orçamento. Além disso, a execução da obra apresentará menos problemas devido a incompatibilização de projetos.

Palavras-chave: Orçamento, projeto arquitetônico, projeto hidrossanitário, BIM, Revit.

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Parâmetros para estimativa de consumo de componentes de concreto armado em estruturas.....	17
Tabela 2 – Significado de cada coluna da planilha de composição de custos unitários..	18
Tabela 3 – Estrutura Analítica de Projeto.....	41
Tabela 4 – Resumo da obra.....	46
Tabela 5 – Vazão e peso relativo nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.....	50
Tabela 6 – Dimensionamento ramais de descarga.....	53
Tabela 7 – Dimensionamento de caixas sifonadas.....	53
Tabela 8 – Dimensionamento de tubos de queda.....	54
Tabela 9 – Orçamento resumido.....	56
Tabela 10 – Custo Unitário Básico de edificações residenciais.....	57
Tabela 11 – Comparativo com o CUB – padrão alto.....	58
Tabela 12 – Comparativo com o CUB – padrão normal.....	58
Tabela 13 –Curva ABC de serviços/categoria A.....	59

Índice de Figuras

Figura 1 – Curva ABC.....	22
Figura 2 – Comunicação em BIM.....	24
Figura 3 – BIM e suas dimensões.....	25
Figura 4 – Nível de desenvolvimento (LOD).....	26
Figura 5 – Benefícios do BIM.....	27
Figura 6 – Dificuldades de implantação.....	28
Figura 7 – Integração de elementos num projeto em Revit.....	30
Figura 8 – Clash detection em Revit.....	31
Figura 9 – Obtendo quantitativos do Revit.....	31
Figura 10 – Perspectiva projeto arquitetônico.....	47
Figura 11 – Perspectiva projeto hidrossanitário.....	48
Figura 12 – Diâmetros e vazões em função dos pesos.....	50
Figura 13 – Lançamento de estrutura para compatibilização.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos.....	13
1.3	DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES.....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	ORÇAMENTO	15
2.1.1	Definição, orçamento produto.....	15
2.1.2	Tipos de orçamento.....	15
2.1.3	Levantamento de quantitativos e estimativas	16
2.1.4	Composição de custos.....	18
2.1.5	Encargos sociais.....	18
2.1.6	Custo Unitário Básico	19
2.1.7	Custos diretos, custos indiretos, BDI.....	20
2.1.8	Curva ABC.....	21
2.2	BIM	23
2.2.1	A plataforma BIM	23
2.2.2	REVIT	29
3	MÉTODO.....	34
3.1	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS	34
3.2	PROJETOS.....	35
3.2.1	Projeto Arquitetônico.....	35
3.2.2	Projeto Hidrossanitário	35
3.2.3	Lançamento estrutural.....	39
3.3	ORÇAMENTO	40
3.3.1	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)	40
3.3.2	Levantamento de quantitativos	44
3.3.3	Composições unitárias de custo.....	45
3.3.4	Definição de encargos sociais	45
3.3.5	Levantamento de preços.....	45
3.3.6	Curva ABC.....	45

4	RESULTADOS	47
4.1	ANÁLISE DE PROJETOS	47
4.1.1	Projeto arquitetônico	47
4.1.2	Projeto hidrossanitário.....	49
4.1.3	Projeto estrutural	56
4.2	ORÇAMENTO	57
4.2.1	Orçamento resumido	57
4.2.2	Comparativo com o CUB	58
4.2.3	Curva ABC.....	60
5	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Sabe-se que o mercado de construção civil está cada vez mais expandindo seus limites em todos os sentidos, desde a inovação arquitetônica e soluções de engenharia ainda mais brilhantes até o grande capital investido numa ‘simples’ obra residencial multifamiliar, podendo esta passar da casa dos 50, 100 ou até mais de 200 milhões como pode-se verificar na cidade catarinense de Balneário Camboriú e em outras localidades do Brasil.

Entretanto, mesmo essas grandes construtoras e incorporadoras deixam de ter um lucro ainda maior por economia na etapa de projetos, orçamento e planejamento de obra, sendo que esta parte inicial representa muito pouco dentro do orçamento da obra como um todo.

Dessa forma nasceu a motivação de projetar e orçar uma obra de um edifício residencial alto padrão utilizando uma nova forma de pensar dentro da engenharia e arquitetura, que é a plataforma BIM.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Elaborar projetos arquitetônico e hidrossanitário e orçamento de uma obra residencial multifamiliar utilizando software em plataforma BIM.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Elaborar projeto arquitetônico de acordo com as normas e exigências do plano diretor local;
2. Elaborar projeto hidrossanitário de acordo com as normas técnicas;
3. Lançar projeto estrutural para verificar compatibilidade;
4. Levantar quantitativos dos projetos arquitetônico e hidrossanitário;

5. Estimar quantitativos referentes ao projeto estrutural de acordo com a bibliografia de orçamentos e estimar quantitativos dos demais projetos de engenharia faltantes de acordo com projetos de empreendimento de área e padrão similar;
6. Realizar orçamento;
7. Elaborar comparativo com o CUB segundo SINDUSCON e ABNT;
8. Analisar resultados obtidos da curva ABC do orçamento.

1.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

O presente trabalho contém a elaboração de projetos arquitetônico e hidrossanitário de um edifício residencial multifamiliar alto padrão, os quantitativos de serviços, desde os obtidos dos projetos elaborados até aqueles levantados estatisticamente e o orçamento.

Para este trabalho não foram elaborados os projetos estrutural, elétrico, telecomunicações, preventivo contra incêndio, instalações de gás e ar condicionado. Contudo os quantitativos desses projetos foram obtidos estatisticamente através da bibliografia e também por comparação com projeto de obra semelhante da construtora e incorporadora X.

O memorial descritivo não foi elaborado para esse trabalho, pois todas as informações necessárias referentes aos projetos elaborados encontram-se no software Autodesk Revit.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em cinco capítulos da seguinte forma:

No capítulo 1 estão apresentados a justificativa e motivação para elaboração do mesmo além dos objetivos, delimitações e limitações do trabalho.

O capítulo 2 consiste na revisão bibliográfica que aborda os temas de orçamento e de Building Information Modelling (BIM).

No capítulo 3 é descrito o método utilizado no trabalho para elaboração do orçamento e dos projetos arquitetônico e hidrossanitário.

O capítulo 4 aborda os resultados encontrados nos projetos e orçamento da obra, bem como as análises pertinentes ao que foi possível obter com os softwares utilizados e as possíveis vantagens que pode-se obter desse todo.

Por fim, no capítulo 5 encontram-se as conclusões do presente trabalho de conclusão de curso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORÇAMENTO

2.1.1 Definição, orçamento produto

Orçar tem como definição quantificar insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários para a realização de uma obra ou serviço bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos (ÁVILA, LIBRELOTTO, LOPES, 2003).

Segundo Mattos (2006) orçamento difere de orçamentação. Enquanto o primeiro é o produto, orçamentação é o processo de determinação. No orçamento como produto o objetivo é definir custo e o preço de algum produto da empresa.

2.1.2 Tipos de orçamento

A classificação de um orçamento segundo Mattos (2006) depende do grau de detalhamento do mesmo, podendo ele ser classificado como estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico ou detalhado.

2.1.2.1 Estimativa de Custo (Orçamento Paramétrico)

A estimativa de custo é uma avaliação expedita com base em banco de dados e comparação com projetos semelhantes. Fornece uma aproximação do custo do empreendimento. A estimativa de custo também chamada de orçamento paramétrico, segundo Ávila e Jungles (2006) é um orçamento aproximado, realizado a partir de indicadores genéricos como, por exemplo, o Custo Unitário Básico (CUB), ou baseado em valores obtidos em experiências anteriores pela construtora, sendo que seus resultados podem fornecer dados importantes, permitindo uma avaliação primária quanto à viabilidade e lucratividade do empreendimento.

2.1.2.2 Orçamento Preliminar

Segundo Mattos (2006) o orçamento preliminar possui uma precisão maior que o orçamento paramétrico, pois deve haver o levantamento expedito de algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços.

Nesse tipo de orçamento trabalha-se com uma quantidade maior de indicadores, acarretando numa melhoria da estimativa inicial. Com esses indicadores são gerados pacotes de trabalho menores, de maior facilidade de orçamentação e análise de sensibilidade de preços (MATTOS, 2006)

2.1.2.3 Orçamento Analítico

Segundo Tisaka (2011) o orçamento analítico ou detalhado é a precificação com pequena margem de erro, obtida através do levantamento de quantitativos dos insumos da obra acompanhados da composição analítica dos custos unitários, realizada na etapa de projeto e/ou projeto executivo, incluindo o BDI.

Mattos (2006) afirma que o orçamento analítico é a forma mais precisa de se prever o custo de um empreendimento, pois além do que já foi mencionado nesse tipo de orçamento há uma cuidadosa pesquisa de preços dos insumos. O orçamento analítico tem como objetivo obter um valor bem próximo do custo real da obra.

2.1.3 Levantamento de quantitativos e estimativas

2.1.3.1 Levantamento de quantitativos

Na etapa de levantamentos de quantitativos é necessário saber a quantidade de cada serviço que faz parte da obra. É uma etapa que demanda tempo e muita atenção do profissional orçamentista para que não haja levantamentos incoerentes com a realidade que poderiam causar grandes discrepâncias no orçamento.

A quantificação dos insumos deve ser feita com base nos projetos fornecidos diferenciando qualquer peculiaridade do projeto como um piso com diferentes revestimentos, por exemplo.

Uma memória de cálculo de fácil manipulação deve fazer parte do processo de levantamento de quantitativos para que facilite revisões e evite segundo levantamento completo em caso de mudanças de projeto. É de praxe que cada empresa tenha sua planilha ou formulário padrão para auxílio no levantamento de quantitativos (MATTOS, 2006).

2.1.3.2 Estimativas

Na falta de projetos para elaboração do orçamento, é possível fazer uma estimativa. Sendo ela a apresentada na tabela 1 para a falta de projeto estrutural e na inexistência de projetos de instalações deve-se usar coeficientes ou percentuais de serviços de obras similares (MUTTI, 2013).

Tabela 1 – Parâmetros para estimativa de consumo de componentes de concreto armado em estruturas.

Serviço	Tipo	Critério
Concreto	Lajes maciças (incluindo escadas)	$V_{LM} = \text{área do pavimento} \times 0,08$ (em m ³)
	Vigas (somente considerar a parte que se destaca da laje)	$VVG = \text{área do pavimento} \times 0,04$ (em m ³)
	Pilares	$VPL = N \times \text{área do pavimento} \times (0,002 N + 0,012)$ (em m ³) N = número de pavimentos
	Blocos e cintas	$VBC = \text{área do pavimento} \times 0,12$ (em m ³)
Formas	Estrutura comum de concreto armado	12 m ² /m ³ de concreto
	Baldrame, blocos e cintas	6 m ² /m ³ de concreto
Aços CA-50 e CA-60	Lajes maciças	$PLM = 50 \times V_L$ kg de aço (em kg)
	Vigas (somente considerar a parte que se destaca da laje)	$PVG = 85 \times V_V$ (em kg)
	Pilares	$PPL = 95 \times V_P$ (em kg)
	Blocos e cintas	$PBC = 105 \times VBC$ (em kg)

Fonte: Ávila, Librelotto e Lopez (2003).

Na fase de análise de viabilidade de empreendimentos, geralmente parte-se de estimativas, sendo que as mesmas têm menos precisão do que o orçamento.

2.1.4 Composição de custos

A composição de custos é o processo de formação de custos que ocorrem para a execução de um serviço ou atividade, caracterizado por insumo e respeitando alguns requisitos estabelecidos previamente. Na composição estão todos os insumos que fazem parte da execução do serviço, com suas respectivas quantidades e seus respectivos custos unitários e totais (MATTOS, 2006).

Segundo Mattos (2006), a determinação da contribuição relativa de cada uma das categorias de custo envolvidas em um serviço são essenciais para o estabelecimento de qualquer composição de custos, sendo que as categorias de custo envolvidas em um serviço são basicamente mão-de-obra, material e equipamento.

A composição de custos unitários é uma planilha onde encontram-se todos os insumos que fazem parte diretamente na execução de uma unidade de serviço, com seus respectivos custos unitários e totais, essa planilha de composição possui as cinco classificações como na tabela 2.

Tabela 2 – Significado de cada coluna da planilha de composição de custos unitários.

Insumo	cada um dos itens de material, mão de obra e equipamento que fazem parte da execução direta do serviço;
Unidade	unidade de medida do insumo;
Índice	é a incidência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço;
Custo unitário	é o custo de aquisição ou emprego de uma unidade do insumo;
Custo total	é o custo total do insumo na composição de custos unitários. É obtido pela multiplicação do índice pelo custo unitário. A somatória dessa coluna é o custo total unitário do serviço.

Fonte: Mattos (2006).

2.1.5 Encargos sociais

De acordo com o SINAPI (2015), encargos sociais são os custos sobre a folha de pagamentos de salários tendo sua origem na CLT, na Constituição Federal de 1988, em leis específicas e nas Convenções Coletivas de Trabalho. Segundo Mattos (2006) o custo de um operário é muito maior que o seu salário base devido aos variados encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação, que aumentam e muito o ônus do empregador.

Basicamente na construção civil há os encargos sociais dos horistas e dos mensalistas. Os horistas são os operários remunerados com base na quantidade de horas

trabalhadas e que no orçamento fazem parte da mão-de-obra que figura nas composições de custos unitários dos serviços diretos, como por exemplo, servente e pedreiro. Já os mensalistas são os colaboradores remunerados por um salário mensal e que no orçamento figuram no custo indireto da obra por geralmente serem membros das equipes técnica, administrativa e de suporte da obra, como exemplo temos engenheiro, secretária e vigia (MATTOS, 2006).

Os encargos sociais dos horistas são calculados sobre as horas das composições de custo, dessa forma entra percentual referente a domingos e feriados. Por sua vez, os encargos sociais dos mensalistas são calculados sobre o salário mensal, com isso domingos e feriados já estão inclusos no salário e portanto não há percentual referente. Logo, o percentual dos encargos sociais dos horistas deverá ser maior do que o percentual dos mensalistas (MUTTI, 2013).

2.1.6 Custo Unitário Básico

De acordo com a NBR 12721, o custo unitário da construção, CUB, fornece base para estimativas de preços e avaliações partindo do custo por m² da construção do projeto padrão considerado, sendo que a divulgação do mesmo é dada pelos Sinduscons regionais até o dia 5 de cada mês (ABNT, 2006). No cálculo do CUB não entram as seguintes despesas:

- Fundações especiais;
- Elevadores;
- Instalações de ar condicionado, calefação, fogões, aquecedores, incineração, ventilação, exaustão, playgrounds;
- Obras complementares;
- Impostos e taxas;
- Honorários profissionais em geral;
- Projeto.

Segundo Mattos (2006), o CUB de cada projeto padrão é calculado aplicando-se aos coeficientes constantes dos quadros da NBR 12.721 (ABNT, 2006) os preços unitários de material e mão-de-obra que foram relacionados. Esses preços são resultantes de pesquisa mensal feita pelos sindicatos da construção, com as construtoras informando

mensalmente os valores praticados. É aplicado um percentual correspondente aos encargos trabalhistas e previdenciários de acordo com a legislação própria e da Convenção Coletiva de Trabalho para os insumos de mão-de-obra. Portanto o CUB é o resultado da mediana de cada insumo coletado com as construtoras, multiplicada pelo peso que lhe é atribuído de acordo com o padrão calculado.

2.1.7 Custos diretos, custos indiretos, BDI

2.1.7.1 Custos diretos

Segundo Mutti (2013), os custos diretos são aqueles que estão diretamente relacionados com a quantidade produzida, basta haver uma medida de consumo. Exemplos de custos diretos são: serviços em obra, mão-de-obra diretamente vinculada à obra ou ao serviço, leis sociais incidentes sobre a mão-de-obra, materiais, equipamentos, instalações do canteiro.

De acordo com Tisaka (2011), é considerado custo direto todo e qualquer gasto realizado para o cumprimento do objeto do contrato de construção, no local de execução da obra.

2.1.7.2 Custos indiretos

Custos indiretos não dependem das quantidades produzidas pela obra e não são incluídos nas composições de custos unitários dos serviços, são de ocorrência inevitável e precisam ser computados no orçamento. Normalmente são custos com manutenção do canteiro de obras, salários, despesas administrativas, taxas, fatores imprevisíveis, entre outros não orçados nos itens de produção (MATTOS, 2006).

“Chamamos de Custos Indiretos todos os custos envolvidos necessários para a produção do objeto contratado, mas que não estarão incorporados ao objeto” (TISAKA, 2011, p. 88). O mesmo autor afirma que os principais custos indiretos são:

- Instalação do canteiro de obras;
- Administração local;
- Mobilização e desmobilização;

- Equipamentos especiais não remunerados por custo horário em operação ou não constante da composição de custos unitários de qualquer um dos serviços da planilha.

2.1.7.3 BDI

A sigla BDI significa Benefícios ou Bonificações e despesas indiretas e é o fator a ser aplicado ao custo direto para obtenção do preço de venda. O BDI inclui o custo da administração central da empresa, as despesas indiretas, os custos financeiros, os fatores imprevistos, os impostos e o lucro. Dessa forma abrangendo as três letras da sigla visto que tanto o termo benefícios quanto bonificação querem dizer lucro (MATTOS, 2006).

Segundo Mutti (2013), o BDI pode ser considerado como valor monetário e como índice, independentemente da sua forma de consideração o preço final de venda será o mesmo, o que diferencia são as fórmulas como segue abaixo:

- $\text{Preço} = \text{Custo Direto} + \text{BDI}$ (valor monetário);
- $\text{Preço} = I_{\text{BDI}} * \text{Custo Direto}$ (índice).

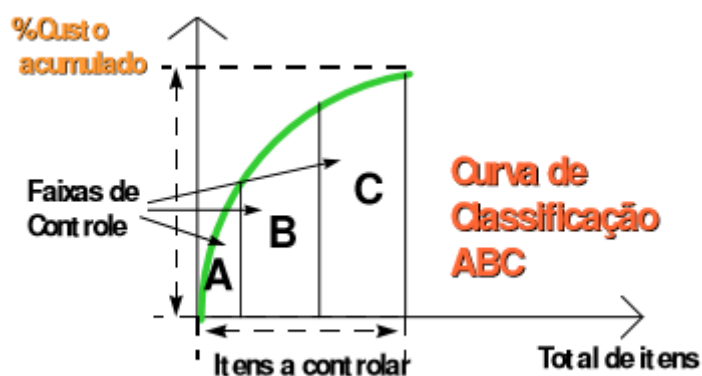
Mattos (2006) afirma que é possível desonerar o BDI de duas maneiras, sendo elas a inclusão do maior número possível de serviços na planilha de preços da obra e a utilização dos encargos sociais e trabalhistas em sentido amplo.

2.1.8 Curva ABC

Para o responsável pelo orçamento e pela obra é muito importante saber quais são os insumos que mais influenciam o custo da obra, a quantidade do mesmo e qual a sua representatividade. A curva ABC de insumos é basicamente uma relação de insumos em ordem decrescente de custos, sendo as letras A, B e C as faixas de classificação, representando 50, 30 e 20%, respectivamente, do custo total da obra. Além da curva ABC de insumos é muito utilizada também a curva ABC de serviços onde é representada uma relação de serviços em ordem decrescente com os mesmos objetivos já mencionados para a curva ABC de insumos, diferenciando-se pelo fato de que a curva ABC de serviços não chega até o nível de insumos.

O mais comum é que a curva ABC seja representada na forma tabular, com a descrição, unidade, quantidade, custo unitário, custo total, e as porcentagens unitária e acumulada de cada insumo/serviço. No entanto, o nome curva ABC vem do gráfico que pode ser obtido mostrando a porcentagem acumulada de cada insumo/serviço no valor acumulado total da obra, sendo que esse gráfico está dividido em três faixas: A, B e C com as classificações de custo já mencionadas anteriormente. Quanto as quantidades de insumos de cada faixa, uma característica da curva é que apesar de responderem por 80% do custo da obra, as faixas A e B geralmente compreendem apenas cerca de 20% dos insumos (MATTOS, 2006).

Figura 1 – Curva ABC.



Fonte: Mutti (2013).

“O objetivo do planejamento e controle de estoques é não deixar faltar material, mas também não imobilizar demasiadamente os recursos financeiros” (MUTTI, 2013, p. 94).

2.2 BIM

2.2.1 A plataforma BIM

2.2.1.1 Conceitos

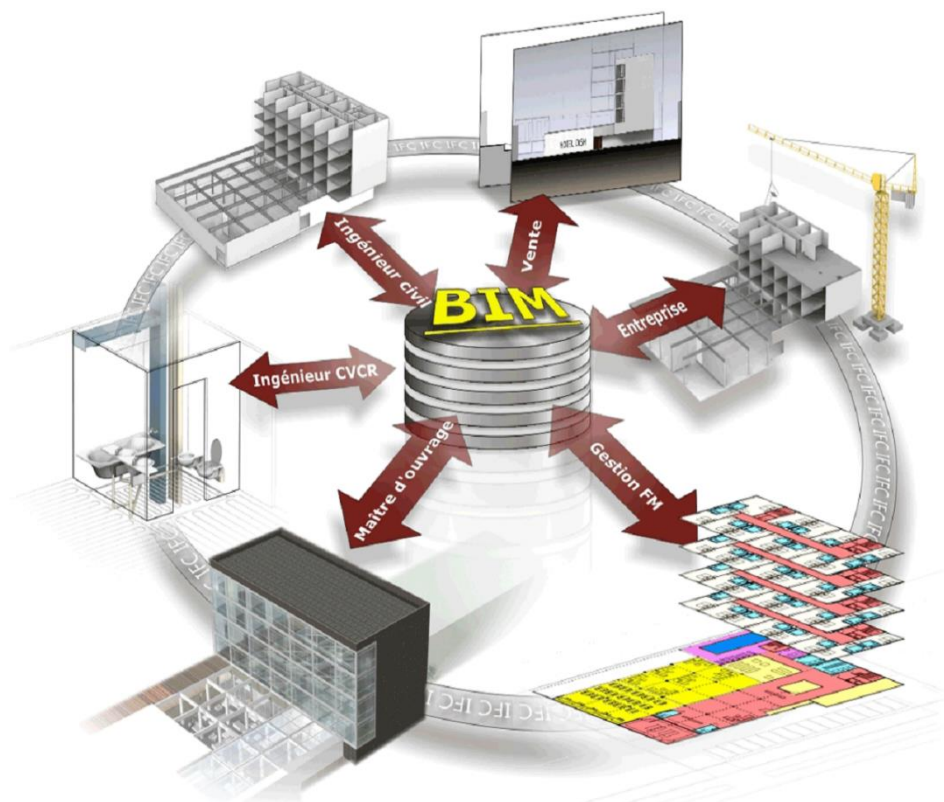
BIM significa Building Information Modeling, em português modelagem da informação da construção, e é um processo para projetar, construir e operar edificações a partir de modelos tridimensionais. As soluções em plataforma BIM usam tecnologia de base de dados para integrar informação e realizar interatividade entre os projetos, criando dessa forma modelos inteligentes (AUTODESK, 2015).

É possível elaborar modelos virtuais em BIM com elevada precisão de uma edificação, fornecendo auxílio aos projetos durante as diferentes fases com melhor análise e controle do que os processos manuais. Com a tecnologia BIM é possível criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Eles oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais. Depois de prontos os modelos gerados em plataforma BIM possuem geometria e diversas informações precisas que servem de suporte às atividades de construção, fabricação e aquisição ao longo da realização da obra (EASTMAN et al., 2011).

Utilizando softwares em BIM é possível compartilhar informação entre todos os participantes do empreendimento em um único formato. Isso porque o modelo da informação da construção é uma representação digital de uma edificação real, onde cada objeto real é representado por objetos equivalentes virtuais em BIM. Todas as informações da construção são compartilhadas por um único formato livre chamado IFC ou Industry Foundation Classes, permitindo que os projetistas e demais envolvidos com o empreendimento possam acessar informações importantes quando necessário for e assim todos podem trabalhar de forma eficiente juntos (BUILDINGSMART, 2015).

A figura 2 ilustra a interoperabilidade que é um dos muitos fatores que tornam a plataforma Building Information Modeling uma fantástica ferramenta para as áreas de engenharia e arquitetura principalmente.

Figura 2 – Comunicação em BIM.



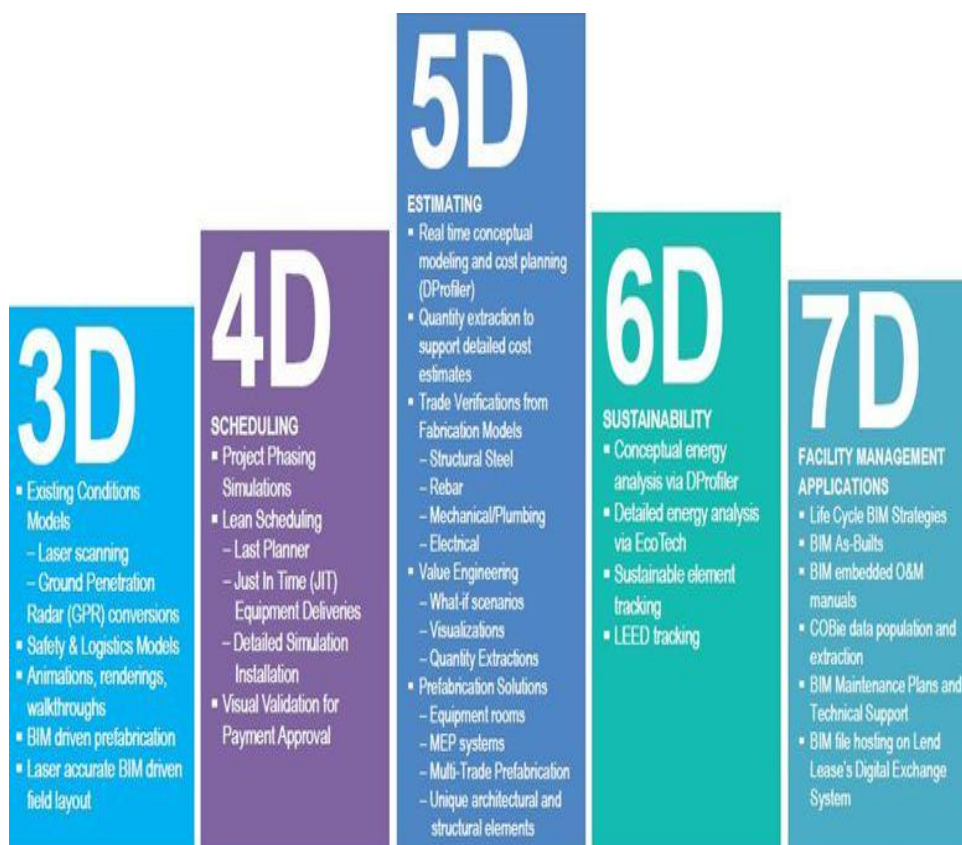
Fonte: Elitecad (2015).

Hoje em dia trabalha-se com a plataforma BIM em até sete dimensões. De acordo com Mattos (2014), o BIM 3D consiste nos projetos em três dimensões no mesmo ambiente tendo como maior aplicação o “clash detection”, que seria a identificação de incompatibilidades entre os projetos. Enquanto isso o BIM 4 e 5D estão relacionados ao cronograma e ao orçamento da obra, respectivamente.

Já na dimensão 6D entra a sustentabilidade onde é possível fazer a análise da energia de consumo além de poder fazer a medição e verificação durante a construção de melhores processos de escolha de instalações de alto desempenho, assim pode-se obter uma redução global no consumo de energia. Por sua vez, o BIM 7D é utilizado na operação e manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida, permitindo a extração e rastreamento de dados de ativos relevantes. O BIM na sétima dimensão facilita a manutenção durante todo o ciclo de vida da edificação, ainda não muito usado no Brasil, se enquadra na norma de desempenho para edificações, a NBR 15575.

Na figura 3 a seguir observa-se as dimensões em que se trabalha em BIM, desde o BIM 3D onde ocorre a modelagem do projeto, até o BIM 7D que, basicamente, trabalha com a manutenção das edificações.

Figura 3 – BIM e suas dimensões.



Fonte: Hashtagbim (2015).

Relacionado com as dimensões de BIM há o nível de desenvolvimento do mesmo, em inglês level of development, conhecido como “LOD”. Esse pode ser classificado em cinco níveis, de LOD 100 a LOD 500, quanto maior sua classificação mais informações pode-se obter do projeto. O objetivo do LOD é padronizar uma classificação da quantidade de informação que será trabalhada em um projeto (BIM, 2015).

Na figura 4 é demonstrado a classificação e características dos diferentes níveis de desenvolvimento de um projeto, indo do menos desenvolvido (LOD 100), até aquele com mais informações (LOD 500).

Figura 4 – Nível de desenvolvimento (LOD).

LOD 100	Programa base, geometria conceitual
LOD 200	Ante-Projeto, geometria aproximada
LOD 300	Projeto de Execução, Geometria precisa, detalhamentos e documentação
LOD 400	fabricação, construção e montagem
LOD 500	Pós-Ocupação, modelo 3D para operação e manutenção.

Fonte: ARCHITECTS (2008).

2.2.1.2 Vantagens usando BIM

Os benefícios da utilização da plataforma BIM obtidos por pesquisa feita em escala global são: redução de erros, colaboração entre todos os membros da edificação, redução da duração do projeto, aumento de lucros, entre outros (CONSTRUCTION, 2013).

A figura 5 exhibe os resultados acerca das vantagens usando BIM, obtidos de pesquisa em nível global realizada pela McGraw Hill Construction no ano de 2013.

Figura 5 – Benefícios do BIM.

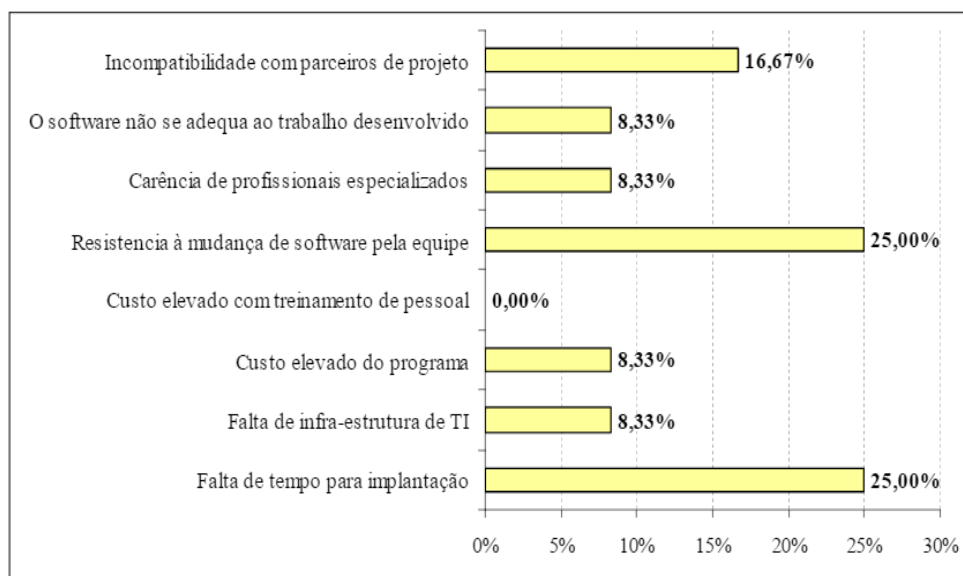


Fonte: CONSTRUCTION (2013).

2.2.1.3 Dificuldades de implantação

De acordo com Souza, Amorim e Lyrio (2009), através de pesquisa feita em treze escritórios de arquitetura nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba, as maiores dificuldades de implantação da plataforma BIM são: a falta de tempo para implantação da tecnologia, isso devido a necessidade das empresas fornecerem treinamentos; a resistência à mudança de software pela equipe, pois quando se trabalha em BIM o profissional necessita mudar a forma de pensar para projetar; a incompatibilidade com profissionais de projetos de engenharia, como estrutural e instalações, também é um empecilho visto que muitos ainda não utilizam a ferramenta.

Figura 6 – Dificuldades de implantação.



Fonte: Souza, Amorim e Lyrio (2009).

2.2.2 REVIT

2.2.2.1 Visão geral

Fundado em 1997 por Leonid Raiz e Irwin Jungreis em Newton, Massachusetts, inicialmente com o nome de Charles River Software, o Revit é o primeiro modelador de construção paramétrica desenvolvido para a indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A tecnologia paramétrica do Revit permite que os profissionais da construção transformem todo o processo de concepção dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida. No ano 2000 a Charles River Software foi renomeada para Revit Technology Corporation e em 2002 foi adquirida pela Autodesk pelo montante de 133 milhões de dólares americanos (AUTODESK, 2002).

“*Revise Instantly*”, do inglês, *Revise Instantaneamente*, essa é a origem do nome Revit e quer dizer que as alterações de um objeto feitas no software ocorrem de maneira instantânea em todos os objetos iguais e simultaneamente em todas as vistas do modelo.

Os projetistas que utilizam o Revit, tanto engenheiros como arquitetos, não estão mais desenhando vistas em 2D de uma edificação tridimensional, mas projetando um edifício em 3D virtualmente. Isso porque o software utiliza o conceito BIM, no qual os edifícios são criados de uma nova maneira.

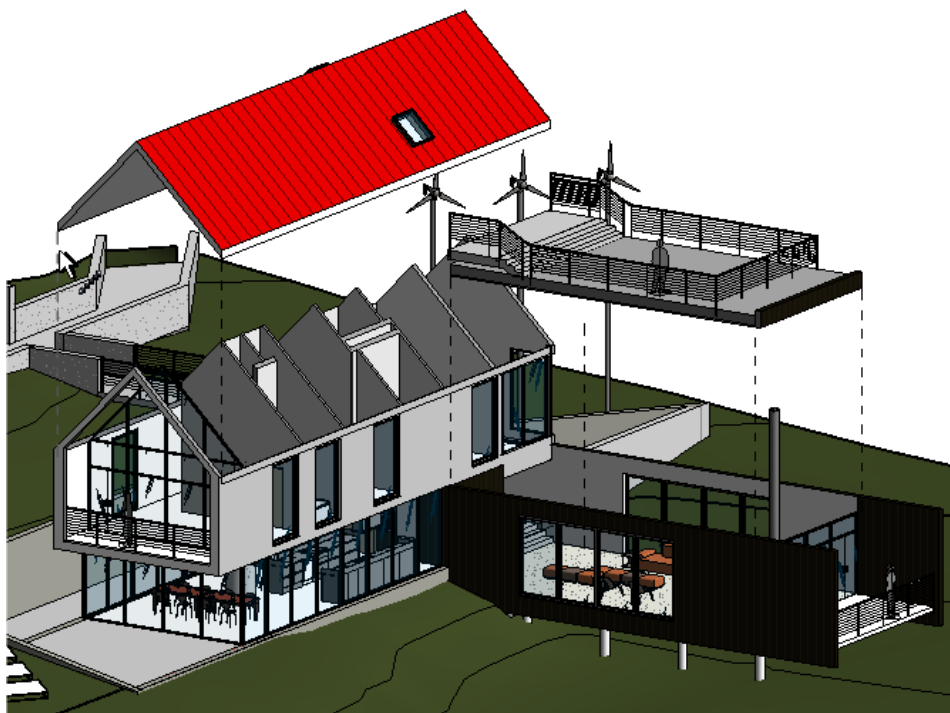
A solução BIM completa do Revit é composta basicamente pelo Revit Architecture, para o projeto arquitetônico; pelo Revit Structure, para o projeto estrutural e pelo Revit MEP, para os projetos de instalações hidrossanitárias, elétricas e ar-condicionado. O protótipo digital completo da edificação é garantido pela interoperabilidade dos softwares (NETTO, 2014).

2.2.2.2 Facilidades do software

Com o Revit é possível prever o modelo tridimensional em plataforma BIM o que permite uma série de benefícios no próprio programa e até na comunicação com outros softwares em plataforma BIM se necessário for. Além disso mudanças feitas nas plantas são inteligentemente ajustadas nas elevações, cortes, perspectivas e nas demais propriedades que envolvem o projeto da edificação como um todo, evitando assim perca

de tempo com retrabalho. A figura 7 mostra elementos de um projeto em Revit onde todos os elementos dependem e se ajustam entre eles inteligentemente de acordo com as mudanças feitas pelo projetista.

Figura 7 – Integração de elementos num projeto em Revit.

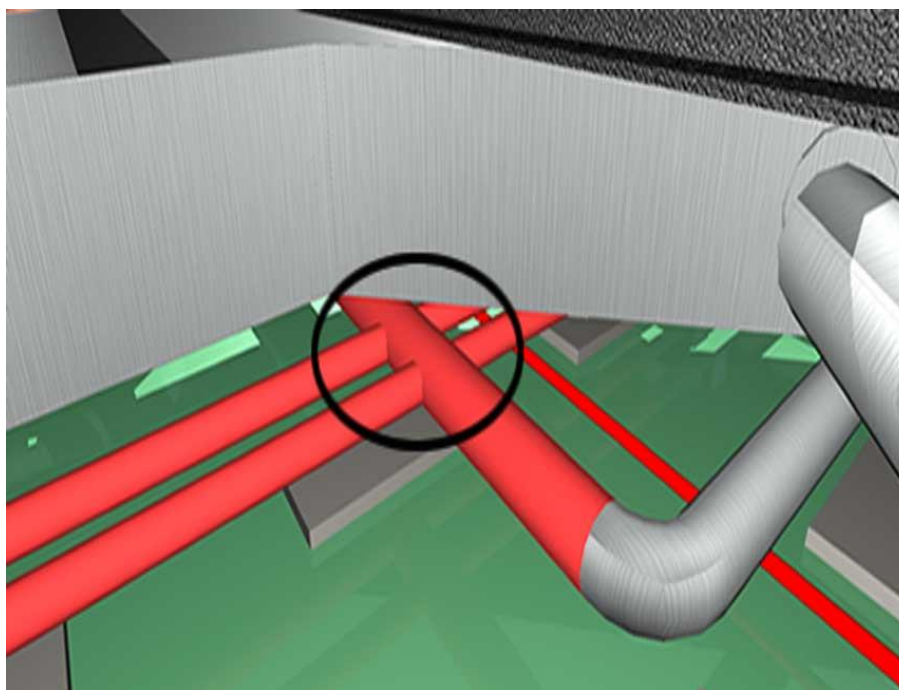


Fonte: Revit (2015).

Diferentemente de um software CAD, o Revit trabalha com componentes e não com linhas, e possui uma vasta biblioteca de componentes paramétricos tanto na sua versão tradicional quanto em sites especializados, permitindo também ao profissional projetista que produza seus próprios modelos.

Os projetos em Revit apresentam excelente qualidade buscando atingir o nível de erro zero, pois durante a elaboração dos diversos projetos da edificação o Revit facilmente identifica incompatibilidades entre diferentes disciplinas ou até no mesmo projeto. A figura 8 demonstra um clássico exemplo de incompatibilização identificado pelo Revit, também chamado de *clash detection*.

Figura 8 – Clash detection em Revit.



Fonte: Logiseek (2009).

Utilizando o Revit como ferramenta para elaboração de projetos, o profissional conseguirá obter automaticamente os quantitativos referentes a todos os componentes da edificação projetada, desde o projeto arquitetônico até estrutural e instalações. Isso tudo com excelente precisão nos valores, a figura 9 demonstra tabelas de quantitativos obtidas diretamente de projetos com o Revit.

Figura 9 – Obtendo quantitativos do Revit.

The screenshot displays the Autodesk Revit 2015 software interface. The main window shows a 3D perspective view of a building model. On the right side, several data tables are open, providing quantitative information for the project. The tables include:

- Tabela Levantamento do material - Projeto Modelo BIM.rvt**: A table with columns for material type and quantity.

Material	Quantidade
Acabamento	180,16 m ²
Cobertura Teto	180,16 m ²
Concreto	0,91 m ³
Alvenaria	275,00 m ³
Óleo	180,16 m ²
Total geral	516,39 m ²
- Tabela Tabela de conexão de tubo - Projeto Modelo BIM.rvt**: A table with columns for pipe type, length, and quantity.

Tipo	Comprimento	Quantidade
2002040	0,00	0
2010981	0,00	0
2010982	0,00	0
2010983	0,00	0
Total geral	0,00	0
- Tabela Tabela de tubos - Projeto Modelo BIM.rvt**: A table with columns for pipe type, length, and quantity.

Tipo	Comprimento	Quantidade
Tubo Branco - Água Fria - Sotobanc	11	20,31
Tubo Branco - Água Fria - Sotobanc	30	14,74
Tubo Branco - Água Fria - Sotobanc	20	24,41
Tubo Branco - Água Fria - Sotobanc	10	20,31
Tubo Branco - Água Fria - Sotobanc	10	11,50
Total geral	60	111,27
- Tabela Tabela de material elétrico - Projeto Modelo BIM.rvt**: A table with columns for material type and quantity.

Família	Quantidade
Canais de Luz - Retomada - Aç. Aç. (3.34)	10
Canais de Luz - Retomada - Aç. Aç. (3.34)	10
Total geral	20

Fonte: Tecnologia BIM (2015).

O alto nível de flexibilidade do software é também uma grande vantagem, pois permite que múltiplos usuários trabalhem no mesmo projeto, além disso o Revit exporta e importa arquivos em diversos formatos como DWG, DXF, DGN, PDF e JPEG.

A lista de facilidades vai além, provando que softwares em plataforma BIM, como o Revit, são significativamente mais eficientes que os tradicionais softwares CAD. Todas essas informações sobre esse tópico de facilidades do software foram basicamente inferidas de acordo com o site *Architectural Evangelist* (2013), excetuando-se as figuras como indicado nas respectivas fontes.

2.2.2.3 Disciplinas do Revit

Segundo a Autodesk (2015), para projetar com liberdade e acima de tudo muita eficiência, o Revit Architecture é uma opção para os profissionais de arquitetura e engenharia que queiram elaborar em BIM seus projetos arquitetônicos. Entre os recursos do software estão componentes paramétricos, quantitativo de material, ambiente de modelagem conceitual, vistas tridimensionais e sombreamento instantâneo, verificação de interferência, renderização integrada, além de opções para importação e exportação de arquivos.

Na área de estruturas há o Revit Structure que integra um modelo físico de vários materiais a um modelo analítico independente que pode ser editado. Com essa integração se torna possível realizar análises mais eficientes. O calculista pode elaborar seu próprio modelo ou importar projetos arquitetônicos do AutoCAD ou do Revit Architecture. Esse vínculo proporciona atualizações precisas do modelo, ao mesmo tempo que a parametrização de gestão de mudanças coordena as atualizações em todos os documentos. As ferramentas do Revit Structure incluem modelo único para análise estrutural e documentação, associatividade bidirecional entre modelo e vistas, documentos da construção, detalhamento de estruturas, vínculo bidirecional com aplicativos de análise estrutural, entre outras (AUTODESK, 2015).

O Revit **MEP** oferece ferramentas para projetos de instalações de sistemas Mecânicos, Elétricos e Hidráulicos, do inglês: *Mechanical, Electrical, Plumbing*. Possuindo recursos como colaboração total entre as disciplinas, ferramentas de análise de

desempenho das construções, suporte para projetos sustentáveis, entre outros (AUTODESK, 2015).

Apesar dessa separação de disciplinas, todas elas estão juntas no mesmo ambiente do programa, podendo o usuário projetar de maneira integrada todas as disciplinas, de forma que automaticamente os projetos podem ser elaborados e até certo ponto compatibilizados simultaneamente.

Nesse trabalho serão utilizadas as três disciplinas do Revit para fins de compatibilização e apenas as disciplinas Architecture e MEP serão usadas como ferramentas para dimensionamento e orçamentação conforme será abordado no capítulo seguinte.

3 MÉTODO

O método utilizado neste trabalho foi a elaboração de projetos e levantamento de quantitativos dos mesmos para realização do orçamento do empreendimento. Os projetos que não foram elaborados tiveram seus quantitativos obtidos por estimativas. Os preços tiveram como fonte a TCPO, a tabela SINAPI e pesquisa de mercado.

Neste capítulo serão apresentadas as ferramentas computacionais utilizadas, as premissas utilizadas como embasamento para elaboração dos projetos, e o roteiro de desenvolvimento do orçamento.

3.1 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as ferramentas computacionais que seguem abaixo.

a) Autodesk Revit 2015

O software, em plataforma BIM, foi utilizado amplamente neste trabalho para elaboração de projetos arquitetônico e hidrossanitário além de lançamento de projeto estrutural para fins de compatibilização, essa última ocorreu naturalmente de acordo com o avanço dos projetos visto que o software é em plataforma BIM e com isso vai identificando possíveis incompatibilizações assim que as mesmas ocorrem. O Revit também foi necessário para obtenção dos quantitativos dos projetos arquitetônico e hidrossanitário. Portanto, nesse trabalho o Revit utilizou-se dos conceitos de BIM 3D e 5D basicamente.

b) Sienge (versão convênio UFSC)

Para elaboração do orçamento, desde EAP até a curva ABC, foi utilizado o software Sienge. Esse programa da empresa Softplan é um sistema de gestão que permite integrar e gerenciar todas as áreas de uma empresa da indústria da construção. Foi utilizada a versão de convênio institucional com a UFSC.

c) *Microsoft Excel 2013*

Neste trabalho o Excel foi utilizado como ferramenta de auxílio durante a elaboração do orçamento para obter quantitativos por estimativas e também na elaboração das listas de considerações que foram feitas para maior detalhamento e melhor entendimento do trabalho e estão apresentadas no APÊNDICE IV.

3.2 PROJETOS

3.2.1 Projeto Arquitetônico

Neste trabalho foi elaborado um projeto arquitetônico para um edifício residencial multifamiliar alto padrão localizado no município de Balneário Camboriú, Santa Catarina.

O primeiro passo foi obter a viabilidade de construção do terreno em análise juntamente a prefeitura municipal da cidade. Realizada a viabilidade o projeto foi elaborado seguindo os limites e considerações impostas pela secretaria de planejamento urbano de Balneário Camboriú de acordo com o plano diretor da cidade.

3.2.2 Projeto Hidrossanitário

3.2.2.1 Instalações Prediais de Água Fria

O sistema de abastecimento é o de distribuição indireta com bombeamento e o consumo diário adotado é o da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e do Código de Obras e Edificações de Florianópolis. O consumo diário adotado foi de duas pessoas por quarto quando este possuir área inferior a 12 m² e três pessoas por quarto com área superior a 12 m²

A capacidade dos reservatórios estão de acordo com a NBR 5626:1998 (ABNT, 1998), sendo que o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para atender 24 horas de consumo normal do edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.

O dimensionamento da tubulação, conforme será detalhado no próximo capítulo, foi baseado na probabilidade de uso simultâneo dos aparelhos e peças pelo método dos pesos do critério máximo provável. O método dos pesos segue os seguintes passos:

1. Verificar o peso relativo de cada aparelho sanitário;
2. Somar os pesos dos aparelhos alimentados em cada trecho de tubulação;
3. Calcular a vazão em cada trecho da tubulação através da seguinte equação: $Q = 0,3 * \sqrt{\sum P}$;
4. Determinar o diâmetro de cada trecho da tubulação através do ábaco;
5. Verificar se a velocidade atende ao limite estabelecido por norma:
 $v \leq 3\text{m/s}$;
6. Verificar a perda de carga;
7. Verificar se a pressão se situa dentro dos limites estabelecidos por norma.

Para o conjunto elevatório é feito o dimensionamento da tubulação de recalque encontrando-se o diâmetro da tubulação de recalque pela seguinte fórmula: $D_R = 1,3 * \sqrt{Q * (h/24)^{1/4}}$, onde D_R é o diâmetro da tubulação de recalque, Q é a vazão em m^3/s e h é o número de horas de funcionamento da moto – bomba em horas/dia.

A tubulação de sucção não é dimensionada. Adota-se simplesmente o diâmetro comercialmente disponível, imediatamente superior ao diâmetro de recalque.

Os extravasores, tanto do reservatório superior quanto do inferior, não precisam ser dimensionados. Deve-se adotar um diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro de alimentação dos reservatórios.

Para o cálculo da potência da moto – bomba utiliza-se a seguinte fórmula: $P = \frac{Q * H_{man}}{75 * R}$, onde P é a potência necessária para a moto – bomba em cv, Q é a vazão de recalque em litros/s, H_{man} é a altura manométrica dinâmica em metros e R é o rendimento da bomba, rendimento esse que é o quociente de potência aproveitável sobre potência nominal.

3.2.2.2 Instalações Prediais de Água Quente

A modalidade de abastecimento de água quente adotada para o empreendimento é o sistema central privado. Neste sistema se produz água quente para todos os aparelhos de uma unidade residencial (casa ou apartamento). Esta modalidade se torna vantajosa em prédios de apartamentos, como o de estudo, onde cada condômino é responsável pelo seu consumo de energia e pela manutenção do aparelho de aquecimento.

O sistema central privado utiliza basicamente os seguintes tipos de fontes de energia: eletricidade, óleo combustível, lenha e energia solar. Os aparelhos para este sistema podem ser instantâneos (ou de passagem), onde a água vai sendo aquecida à medida que passa pelo aparelho, ou de acumulação, onde a água é reservada e aquecida para posterior uso.

Deve haver uma prumada de água fria exclusiva com dispositivo para evitar o retorno da água do interior do aquecedor para a coluna de água, tal como o sifão térmico. Os aquecedores deverão ainda contar com dispositivo para exaustão dos gases e os ambientes onde os mesmos serão instalados devem obedecer às normas quanto à adequação de ambientes. No caso de instalação de aquecedores de gás combustível em residências, a norma a ser obedecida é a NBR 13103 (ABNT, 2013).

A distribuição de água quente para este sistema constitui basicamente de ramais que conduzem a água do aparelho de aquecimento até os pontos de utilização. Este caminhamento deverá ser o mais curto possível para evitar perda de temperatura ao longo do trecho.

O consumo diário de água quente em litros por dia é o resultado da multiplicação do consumo diário per capita em litros por dia, vide tabela, pela população adotada no dimensionamento.

As tubulações de água quente foram elaboradas juntamente com as de água fria, evitando retrabalho e seguindo as normas técnicas, como por exemplo, com ramal posicionado sempre do lado esquerdo no caso dos lavatórios, pias e chuveiros.

3.2.2.3 Instalações Prediais de Esgoto Sanitário

Essas instalações estão de acordo com a NBR 8160: 1999 – Sistemas Prediais de esgoto sanitário (ABNT, 1999). Dessa forma os ramais de descarga e de esgoto com seus trechos horizontais previstos no subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário

devem possibilitar o escoamento por gravidade, devendo, para isso, apresentar uma declividade constante e no mínimo de 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 milímetros e de 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 milímetros. As mudanças de direção nos trechos horizontais devem ser feitas com conexões com ângulo central igual ou inferior a 45 graus.

O dimensionamento dos componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário foi feito para o subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário e para o subsistema de ventilação, com base no método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC).

Para o subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário o método segue os seguintes passos:

1. Verificar o número de Unidades de Hunter de Contribuição e definir o diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga para cada aparelho sanitário através da tabela de Unidades de Hunter de Contribuição da norma;
2. Definir a posição das caixas sifonadas e os ramais de descarga interligados a elas;
3. Apurar o número de UHC para cada caixa sifonada em função dos ramais de descarga interligados;
4. Determinar o diâmetro para cada caixa sifonada, vide tabela da norma;
5. Determinar o diâmetro nominal dos ramais de esgoto de acordo com a norma;
6. Levantar o número de UHC para cada tubo de queda em função dos ramais de descarga e de esgoto interligados;
7. Determinar o diâmetro nominal dos tubos de queda segundo a norma técnica;
8. Apurar o número de UHC para cada subcoletor e para o coletor predial;
9. Determinar o diâmetro nominal dos subcoletores e do coletor predial de acordo com tabela da norma;
10. Definir as dimensões dos dispositivos complementares: caixas de gordura, caixas de inspeção e poços de visita.

No dimensionamento do subsistema de ventilação segue-se as seguintes etapas:

1. Levantar o número de UHC para cada ramal de ventilação;
2. Determinar o diâmetro nominal dos ramais de ventilação conforme a tabela da norma;
3. Apurar o número total de UHC e o comprimento de cada coluna de ventilação;
4. Determinar o diâmetro nominal das colunas de ventilação de acordo com a norma;
5. Quantificar o número de UHC para cada trecho do barrilete de ventilação;
6. Determinar o diâmetro nominal de cada trecho do barrilete de ventilação, segundo tabela da norma.

3.2.3 Lançamento estrutural

Para fins apenas de compatibilização de projetos foi lançado no software uma estrutura ao edifício, contendo lajes, vigas e pilares seguindo plantas de forma similares para a estrutura adotada. Mais uma vez, reforçando, não foi feito nenhum cálculo para a estrutura, a mesma lançada tem o intuito apenas de demonstrar a perfeita compatibilização entre os projetos arquitetônico, instalações hidrossanitárias e estrutura num software em plataforma BIM.

Os quantitativos referentes à estrutura também não foram providos desse projeto estrutural e sim por estimativa como será abordado mais adiante.

3.3 ORÇAMENTO

Na realização do orçamento foram executadas as seguintes etapas:

- Elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP);
- Levantamento de quantitativos;
- Composições unitárias;
- Definição de encargos sociais;
- Precificação;
- Curva ABC.

3.3.1 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

A estrutura analítica de projeto, ou EAP, foi desenvolvida no Sienge em cinco níveis de detalhamento, são eles: célula construtiva, etapa, subetapa, serviços e insumos, do menos ao mais detalhado respectivamente.

As células construtivas estão classificando dois grandes grupos, a primeira delas os custos indiretos e a segunda os custos diretos de construção. As etapas englobam um grupo de serviços generalizados, porém com características em comum e ou com algum fundamento compartilhado, ao todo foram classificadas vinte etapas nesse orçamento. O nível abaixo, ou seja, com maior detalhamento, é o das subetapas, o qual possui serviços voltados de um modo geral para a execução de um mesmo objetivo, por exemplo, formas, armaduras e concreto para os pilares. Dentro das subetapas estão os serviços, como já mencionado, a execução do concreto é necessária para construção dos pilares, logo é um serviço desse grupo. E por fim, no nível mais detalhado de todos encontramos os insumos que formam a composição dos serviços, com a quantidade necessária de cada um desses insumos e seus respectivos preços, sejam insumos de mão-de-obra, material de construção ou equipamentos.

De um modo geral, a estrutura analítica de projeto adotada busca decompor as etapas da obra em unidades mais simples e bem definidas. Basicamente a EAP pode ser representada conforme segue na tabela 3.

Tabela 3 – Estrutura Analítica de Projeto

1	ADMINISTRAÇÃO
2	SERVIÇOS PRELIMINARES
3	TRABALHOS EM TERRA
4	INFRAESTRUTURA
5	SUPERESTRUTURA
6	ALVENARIA E VEDAÇÕES
7	ESQUADRIAS
8	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA (PISO E PAREDE)
9	ACABAMENTOS DE FACHADA, PISOS
10	REVESTIMENTO DE TETO
11	IMPERMEABILIZAÇÃO
12	ELEVADORES
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
14	LOUÇAS E METAIS
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
16	OUTRAS INSTALAÇÕES
17	PINTURA
18	PAISAGISMO E EQUIPAMENTOS
19	LIMPEZA FINAL DA OBRA
20	CONTINGÊNCIAS

Fonte: Do autor.

As etapas dessa estrutura analítica de projeto, conforme tabela 3, englobam vários serviços, como é descrito resumidamente na sequência.

a) Administração

Consiste nos serviços referentes à equipe técnica, como engenheiro e mestre de obras, serviços da parte de marketing e vendas, consumo, licenças, taxas e seguros. Não foi aplicado o BDI nesse orçamento justamente pelo fato de todas as despesas indiretas já estarem sendo computadas nas etapas 1 e 2, exceto as despesas referentes a vendas de unidades e também não está no orçamento o lucro esperado pela empresa, visto que o objetivo principal com esse trabalho é obter o custo total da obra, seguindo a tendência de grandes construtoras na realização de seus orçamentos.

b) Serviços preliminares

Estão inclusos nessa etapa os projetos e os serviços iniciais que preparam o terreno antes do início da obra, incluindo sondagens e serviços gerais, como limpeza do terreno, ligação provisória de água, entre outros.

c) Trabalhos em terra

É a primeira etapa que foi adotada como custo direto de construção e consiste basicamente na locação da obra para posterior início dos serviços de infraestrutura.

d) Infraestrutura

Incluem os serviços de fundações (estacas) e blocos de fundações. O modelo de fundação escolhido foi o de estacas tipo hélice contínua.

e) Superestrutura

Nesta etapa estão incluídos os serviços de montagem de formas e desforma, corte, dobra e montagem de armaduras, colocação de espaçadores, escoramento e travamento das formas, enchimento das lajes com os blocos de poliestireno expandido e concretagem.

f) Alvenaria e vedações

Consiste nos serviços para execução de paredes de 10, 15 e vinte centímetros de espessura com blocos cerâmicos furados, e para o entorno das escadas utilizou-se blocos de concreto celular autoclavado, o qual possui o serviço também incluso nessa etapa. Além do assentamento dos blocos, a etapa inclui os serviços de execução de vergas e contravergas nos painéis em que são previstas esquadrias.

g) Esquadrias

Engloba todas as portas, como de entrada e corta-fogo além de todas as janelas do empreendimento. Também faz parte dessa etapa os serviços para execução de pele de vidro, corrimão de escadas, guarda-corpo e portão de alumínio para carros.

h) Revestimento de argamassa

Faz parte dessa etapa os serviços referentes a execução de contrapiso, além de chapisco e reboco de paredes internas e externas.

i) Acabamentos de fachada, pisos

Consiste nos serviços de moldura e revestimento de fachada de granito, execução de pisos em granilite, granito, madeira, carpete, cerâmica comum e porcelanato polido.

Também faz parte dessa etapa os serviços de rodapé de madeira, porcelanato e granito e pingadeiras de granito.

j) Revestimento de teto

Consiste na execução de forro de gesso, importante ressaltar que o mesmo apesar de não ser relativamente de baixo custo será executado em grande parte do empreendimento e portanto terá grande relevância na curva ABC que será apresentada no próximo capítulo.

k) Impermeabilização

A impermeabilização será executada em manta asfáltica nos jardins, cobertura e piscina elevada. As áreas molhadas serão impermeabilizadas por uma demão de emulsão asfáltica.

l) Elevadores

Serviços que englobam a instalação completa de dois elevadores para o edifício e um elevador de obra sistema cremalheira para utilização na construção do empreendimento.

m) Instalações hidrossanitárias

Consiste nos serviços que compõem as instalações de água fria, água quente, esgoto, ventilação e pluviais, onde os materiais serão de CPVC no caso de instalações de água quente e de PVC nas demais instalações hidrossanitárias.

n) Louças e metais

Inclui assento sanitário extra macio, bacia com caixa acoplada, misturadores monocomando, chuveiros, lavatórios, tanques e banheiras.

o) Instalações elétricas

Contempla serviços para execução de eletrodutos de PVC flexível, caixas com tampa em chapas de alumínio, quadros, disjuntores, fios, cabos, condutores, tomadas, interruptores, equipamentos de iluminação e também engloba serviços para o sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA).

p) Outras instalações

Consiste nas instalações de gás, preventivo contra incêndio, telecomunicações, ar-condicionado e churrasqueira.

q) Pintura

Essa etapa contempla os serviços de pintura interna e externa do empreendimento de acordo com as especificações de acabamento.

r) Paisagismo e equipamentos

Incluem os serviços de jardinagem e mobília das áreas de lazer do condomínio.

s) Limpeza final da obra

Consiste em toda a limpeza na obra, que antecede a entrega das chaves do empreendimento.

t) Contingências

Prevê três por cento de verba para itens eventuais e não orçados.

3.3.2 Levantamento de quantitativos

O levantamento de quantitativos foi feito diretamente a partir do software Autodesk Revit, usando como unidades de medida as mais usuais para cada serviço, como por exemplo, no levantamento de forro e piso foi utilizado a unidade de metro quadrado, enquanto que no levantamento de tubulações foi utilizado metro como unidade e assim por diante.

Todos os serviços e insumos referentes aos projetos arquitetônico e hidrossanitário foram obtidos diretamente dos arquivos dos projetos em Revit, enquanto que os quantitativos referentes à estrutura foram obtidos de fórmulas estimativas de acordo com revisão bibliográfica. Por fim, os quantitativos referentes aos demais projetos, como elétrico e gás, foram obtidos a partir de projetos de edifício semelhante em padrão de acabamento e em área total construída.

3.3.3 Composições unitárias de custo

Neste trabalho a composição de custos unitários foi feita diretamente pelo software Sienge e verificada, quando foi julgado necessário, pela Tabela de Composição de Preços e Orçamentos (TCPO) da editora PINI versão on-line. Nessa versão pode-se consultar diversos serviços com seus respectivos índices para cada insumo. De uma maneira geral, foram utilizadas as composições fornecidas diretamente pelo software, quando insuficientes foram criados novos serviços para deixar o orçamento mais próximo da realidade.

3.3.4 Definição de encargos sociais

O percentual de encargos sociais adotado nesse trabalho foi o de 167,13% divulgado no mês de outubro deste ano pelo sindicato da construção da grande Florianópolis.

3.3.5 Levantamento de preços

A precificação de materiais, mão de obra e equipamentos, realizada nos meses de outubro e novembro de 2015, foi feita basicamente pela Tabela de Composição de Preços e Orçamentos versão on-line (TCPOWEB) da editora PINI, utilizando-se como fonte de pesquisa a região de Florianópolis, por ser a mais próxima de Balneário Camboriú dentre as opções de pesquisa do site. Além da TCPOWEB também foram utilizados para precificação a consulta ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para a região de Santa Catarina e sem desoneração. E por fim, também realizou-se pesquisa de mercado para alguns itens.

3.3.6 Curva ABC

A curva ABC relaciona insumos ou serviços na ordem decrescente de custos, deixando bem visível a representatividade de cada insumo ou serviço do orçamento, orientando assim o engenheiro a tomar melhores decisões para compras, negociações.

Assim podendo ter, de um modo geral, uma maior atenção aos itens do topo da curva ABC, aqueles que ocupam a categoria A e representam até 70% do custo total da obra, dependendo do autor ou da construtora essa categoria pode ser diferente como representando até 50% do custo total da obra, sendo este último o valor adotado nesse trabalho.

Neste trabalho a curva ABC foi realizada pelo Sienge, após a planilha orçamentária estar concluída. A curva será apresentada no próximo capítulo.

4 RESULTADOS

Este capítulo engloba a apresentação e análise dos resultados obtidos, tanto nos projetos quanto no orçamento elaborado.

4.1 ANÁLISE DE PROJETOS

Serão apresentados os resultados de cada projeto elaborado e as características mais relevantes dos mesmos em relação ao que for mais pertinente a este trabalho, visando a parte de compatibilização e principalmente de orçamentação.

4.1.1 Projeto arquitetônico

A localização do terreno em estudo é na cidade de Balneário Camboriú e para elaboração do projeto arquitetônico foi elaborado previamente a consulta de viabilidade do mesmo juntamente a prefeitura municipal. O projeto arquitetônico elaborado foi feito seguindo as características e limites impostos pelo plano diretor da cidade de acordo com o zoneamento do terreno.

O empreendimento é composto por cinco pavimentos totais de embasamento e quinze pavimentos tipo, sendo dois apartamentos por andar. A área total construída é de 6945,82 m². A tabela 4 a seguir com o resumo da obra fornece maiores detalhes do projeto.

Tabela 4 – Resumo da obra.

APRESENTAÇÃO:	1 torre com 30 unidades residenciais e 3 unidades comerciais
TÉRREO:	entrada de carros, 8 vagas de garagem, hall de entrada, três lojas comerciais
G1:	18 vagas de garagem
G2:	18 vagas de garagem
G3:	19 vagas de garagem
LAZER:	sala de jogos, brinquedoteca, cinema, churrasqueira/salão de festas, academia, sauna, espaço lounge, banheiros, quadra poliesportiva, piscina adulto e infantil, jardim, área externa
PAVTO TIPO:	2 apartamentos por andar com 106,25 m ² cada apto e área comum de 35,96 m ² por pavto tipo, num total de 15 tipos
ÁREA DO TERRENO:	760,50 metros quadrados
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL:	6945,82 metros quadrados
ÁREA PRIVATIVA:	3943,50 metros quadrados

Fonte: Do autor.

No APÊNDICE I encontra-se o projeto arquitetônico detalhado com todas as suas pranchas. A figura 10 a seguir demonstra uma perspectiva do projeto arquitetônico elaborado.

Figura 10 – Perspectiva projeto arquitetônico

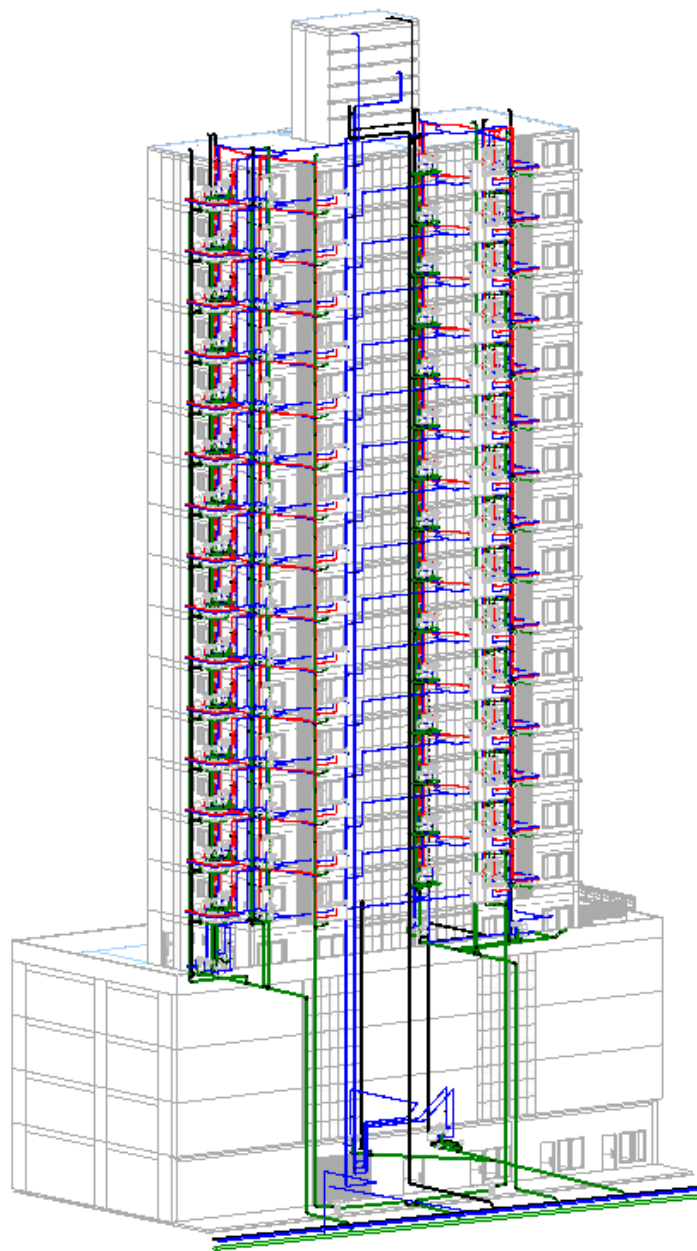


Fonte: Do autor.

4.1.2 Projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário foi elaborado de acordo com a CASAN, o Código de Obras e Edificações de Florianópolis e segundo as normas técnicas da ABNT NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria e NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. O projeto completo encontra-se no APÊNDICE II desse trabalho, e a seguir na figura 11 apresenta-se uma perspectiva do projeto hidrossanitário elaborado.

Figura 11 – Perspectiva projeto hidrossanitário



Fonte: Do autor.

4.1.2.1 Consumo diário de água

Considerando-se duas pessoas por quarto com área menor que 12 m² e três pessoas por quarto com área maior que 12 m², chegou-se a população de 210 pessoas como segue abaixo:

$$\text{População} = (2 \text{ quartos} * 2 \text{ pessoas} + 1 \text{ quarto} * 3 \text{ pessoas}) * 30$$

$$\text{População} = 210 \text{ pessoas}$$

Adotando-se um consumo per capita de 200 litros por pessoa tem-se um consumo diário de 42000 litros de água:

$$\text{Consumo diário} = 210 \text{ pessoas} * 200 \text{ l/pessoa}$$

$$\text{Consumo diário} = 42000 \text{ litros}$$

Assumindo-se uma Reserva Técnica de Incêndio (RTI) de 12000 litros e seguindo as recomendações do reservatório superior armazenar 40% do consumo e o inferior 60%, os reservatórios superior e inferior devem possuir 28800 litros e 25200 litros, respectivamente.

$$\text{Reservatório Superior} = 0,40 * 42000 + RTI = 16800 \text{ litros} + 12000 \text{ litros}$$

$$\text{Reservatório Superior} = 28800 \text{ litros}$$

$$\text{Reservatório Inferior} = 0,60 * 42000 = 25200 \text{ litros}$$

4.1.2.2 Tubulação de água fria

Será demonstrado neste tópico o dimensionamento de tubulação de água fria, tendo como principal foco a verificação de pressão do chuveiro mais crítico, no caso, o chuveiro da suíte master de um dos apartamentos do décimo quinto pavimento tipo.

Primeiramente foi feito o dimensionamento da coluna de água fria que abastece os apartamentos do edifício partindo do barrilete. Para isso foi determinado o peso relativo dos aparelhos sanitários de todas as unidades obtendo um somatório de pesos de 210, o qual corresponde a uma vazão de 4,35 litros por segundo. O valor do peso de cada aparelho sanitário foi obtido da tabela 5.

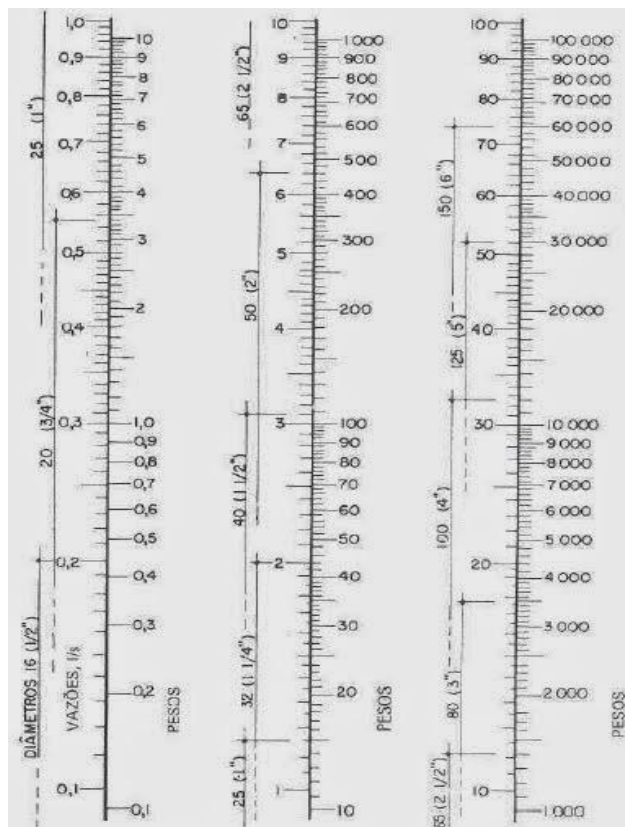
Tabela 5 – Vazão e peso relativo nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou roupas	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório	Torneira ou Misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
Mictório cerâmico Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou Registro de pressão	0,15 /m de calha	0,3
Pia	Torneira ou Misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou Lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: NBR 5626:1998 (ABNT, 1998).

A partir do ábaco de diâmetros e vazões em função dos pesos, que segue na figura 12, foi determinado o diâmetro de 50 milímetros para a coluna de água fria.

Figura 12 – Diâmetros e vazões em função dos pesos



Fonte: NBR 5626:1998 (ABNT, 1998).

Após apresentação dos resultados obtidos para a coluna de água fria agora será detalhado a verificação da pressão no chuveiro mais crítico. O mesmo não será necessário para a bacia sanitária visto que a mesma utiliza o sistema de caixa de descarga e não válvula de descarga.

Para a determinação dos comprimentos equivalentes foram utilizadas tabelas que apresentam as perdas de carga localizadas para as conexões. Por sua vez, a perda de carga unitária (j) foi obtida a partir da expressão de Fair-Whipple-Hsiao.

Como já mencionado o chuveiro crítico é o do banheiro da suíte máster do décimo quinto pavimento tipo, independentemente de qual dos dois apartamentos, pois ambos apresentam traçados de tubulação similares. Neste caso, foi feita verificação para o apartamento do lado esquerdo referente a quem está olhando de frente para o edifício.

O cálculo de verificação de pressão foi dividido em seis trechos, calculando suas respectivas perdas de carga.

Trecho 1: saída da caixa da água até cruzeta pavimento tipo 15.

Comprimento horizontal = 3,40 m

Comprimento vertical = 5,09 m

Comprimento real = 3,40 + 5,09 = 8,49 m

Comprimento equivalente = 18,60 m

Comprimento total (Ct) = 8,49 + 18,60 = 27,09 m

*$j = 8,69 * 10^5 * Q^{1,75} * D^{-4,75}$ (Fair-Whipple- Hsiao)*

*$j_1 = 8,69 * 10^5 * (4,35)^{1,75} * (50)^{-4,75}$*

$j_1 = 0,0969 \text{ mca/m}$

*$J = j * Ct$*

*$J_1 = 0,0969 * 27,09$*

$J_1 = 2,625 \text{ mca}$

Trecho 2: cruzeta até tê.

Comprimento real = 7,40 m

Comprimento equivalente = 7,60 m

Comprimento total = 15 m

$j_2 = 0,1328 \text{ mca/m}$ Vazão = 0,7937 l/s

$J_2 = 1,992 \text{ mca}$

Trecho 3: Tê a tê.

Comprimento real = 2,16 m

$$\begin{aligned} \text{Comprimento equivalente} &= 2,40 \text{ m} \\ \text{Comprimento total} &= 4,56 \text{ m} \\ j_3 &= 0,0989 \text{ mca/m} \quad \text{Vazão} = 0,6708 \text{ l/s} \\ \underline{J_3} &= \underline{0,451 \text{ mca}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trecho 4: tê até cruzeta.} \\ \text{Comprimento real} &= 1,16 \text{ m} \\ \text{Comprimento equivalente} &= 6,10 \text{ m} \\ \text{Comprimento total} &= 7,26 \text{ m} \\ j_4 &= 0,0867 \text{ mca/m} \quad \text{Vazão} = 0,6221 \text{ l/s} \\ \underline{J_4} &= \underline{0,630 \text{ mca}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trecho 5: cruzeta até tê.} \\ \text{Comprimento real} &= 3,23 \text{ m} \\ \text{Comprimento equivalente} &= 6,30 \text{ m} \\ \text{Comprimento total} &= 9,53 \text{ m} \\ j_5 &= 0,0444 \text{ mca/m} \quad \text{Vazão} = 0,4243 \text{ l/s} \\ \underline{J_5} &= \underline{0,423 \text{ mca}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trecho 6: tê até chuveiro} \\ \text{Comprimento real} &= 1,23 \text{ m} \\ \text{Comprimento equivalente} &= 3,60 \text{ m} \\ \text{Comprimento total} &= 4,83 \text{ m} \\ j_6 &= 0,0313 \text{ mca/m} \quad \text{Vazão} = 0,1897 \text{ l/s} \\ \underline{J_6} &= \underline{0,151 \text{ mca}} \end{aligned}$$

Nesta verificação de pressão no chuveiro mais crítico notou-se que a altura de saída da caixa d'água adotada inicialmente não era suficiente para ficar de acordo com a norma, a qual afirma que a pressão para o chuveiro deve ser maior que 1 mca. Portanto foi aumentada em 2,84 metros a altura de saída da caixa d'água, resultando num aumento real de 50 centímetros na altura do barrilete.

Assim a verificação segue da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} H_g &= 8,10 + 1,67 - 1,47 - 1,00 = 7,30 \text{ mca} \\ \text{Pressão chuveiro} &= 7,30 - 2,625 - 1,992 - 0,451 - 0,630 - 0,423 - 0,151 \end{aligned}$$

$$\text{Press\~ao chuveiro} = 1,028 \text{ mca} > 1 \text{ mca} \quad (\text{ok})$$

4.1.2.3 Componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário

Neste item serão abordados os resultados encontrados para o dimensionamento de caixas sifonadas, ramais de descarga, tubos de queda e sistema de ventilação para o mesmo banheiro anteriormente mencionado.

De início foi feito o levantamento das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) de cada aparelho sanitário e assim dimensionado o ramal de descarga do mesmo. Para isso foi consultada tabela da norma NBR 8160:1999 (ABNT, 1999) onde relaciona o aparelho sanitário com suas respectivas UHC e o diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga. De forma similar foi feito o dimensionamento das caixas sifonadas e tubos de queda, as tabelas 6, 7 e 8 a seguir demonstram de forma mais clara esses resultados.

Tabela 6 – Dimensionamento ramais de descarga

Aparelho sanitário	UHC	Ramal de descarga $\phi_{mín}$ (mm)
1 lavatório	1	40
1 bacia sanitária	6	100
1 chuveiro	2	40
1 banheira	2	40

Fonte: Do autor.

Tabela 7 – Dimensionamento de caixas sifonadas

Aparelho sanitário	UHC
1 lavatório	1
1 chuveiro	2
1 banheira	2
TOTAL:	5
Caixa Sifonada:	$\phi 100\text{mm}$

Fonte: Do autor

Tabela 8 – Dimensionamento de tubos de queda

Aparelho sanitário	UHC
1 lavatório	1
1 bacia sanitária	6
1 chuveiro	2
1 banheira	2
<i>x 15 pavimentos tipo</i>	
TOTAL:	165
<u>Tubo de Queda:</u>	<u>φ100mm</u>

Fonte: Do autor.

O dimensionamento do ramal e coluna de ventilação também ocorre através de tabelas da norma técnica, relacionando os diâmetros necessários para os elementos com o número de unidades de Hunter de contribuição.

No caso do banheiro em pauta, o número de UHC é de 11 por banheiro, resultando num ramal de ventilação de diâmetro com 50 milímetros. Já a coluna de ventilação, além do número de UHC da soma de todos os banheiros interligados a ela, outro fator importante para determinação de seu diâmetro é a altura da mesma. Nessa situação a soma das UHC para esta coluna é de 165 e a altura da mesma é de 45,90 metros, visto que abrange apenas os pavimentos tipo. Com isso o diâmetro necessário seria de 75 milímetros, mas adotou-se utilizar diâmetro de 100 milímetros para maior segurança.

4.1.3 Projeto estrutural

No desenvolvimento do trabalho no software Autodesk Revit foi feito o esboço de um projeto estrutural para o empreendimento com o lançamento de pilares, vigas e lajes tendo como objetivo principal a compatibilização de projetos de diferentes disciplinas em um software BIM.

A figura 13 na sequência ilustra o lançamento do projeto estrutural a partir de um esboço com fins restritos de compatibilização, uma vez que os quantitativos dessa disciplina de projetos foram obtidos por estimativa.

Figura 13 – Lançamento de estrutura para compatibilização



Fonte: Do autor.

4.2 ORÇAMENTO

Neste tópico são apresentadas as análises feitas sobre o orçamento resumido, um comparativo com o custo unitário básico e também acerca da curva ABC de serviços elaborada. O orçamento detalhado, que engloba todos os serviços, composições adotadas, quantitativos e valores totais, é apresentado no APÊNDICE III.

Neste orçamento não foi aplicado BDI, como já explicado no item 3.3.1, e também como já mencionado foi adotado o valor de 167,13% de encargos sociais. Dessa forma o custo total orçado, incluindo-se custos diretos e indiretos, foi de R\$10.124.285,18.

4.2.1 Orçamento resumido

A tabela 9 a seguir apresenta o orçamento resumido com suas etapas e seus respectivos valores.

Tabela 9 – Orçamento resumido

ITEM	GRUPO	TOTAL	%
1	ADMINISTRAÇÃO	R\$ 1.456.459,10	14,39%
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 306.660,77	3,03%
3	TRABALHOS EM TERRA	R\$ 4.184,00	0,04%
4	INFRAESTRUTURA	R\$ 144.144,65	1,42%
5	SUPERESTRUTURA	R\$ 2.227.171,81	22,00%
6	ALVENARIA E VEDAÇÕES	R\$ 675.049,23	6,67%
7	ESQUADRIAS	R\$ 1.258.086,99	12,43%
8	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	R\$ 727.834,70	7,19%
9	ACABAMENTOS DE FACHADA, PISOS	R\$ 559.885,57	5,53%
10	REVESTIMENTO DE TETO	R\$ 202.892,96	2,00%
11	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 18.305,36	0,18%
12	ELEVADORES	R\$ 539.038,57	5,32%
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 272.415,72	2,69%
14	LOUÇAS E METAIS	R\$ 407.585,05	4,03%
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 373.561,28	3,69%
16	OUTRAS INSTALAÇÕES	R\$ 273.504,78	2,70%
17	PINTURA	R\$ 309.143,97	3,05%
18	PAISAGISMO E EQUIPAMENTOS	R\$ 16.535,36	0,16%
19	LIMPEZA FINAL DA OBRA	R\$ 56.943,22	0,56%
20	CONTINGÊNCIAS	R\$ 294.882,09	2,91%
-	TOTAL	R\$ 10.124.285,18	100,00%

Fonte: Do autor.

A partir do orçamento resumido pode-se analisar as etapas mais representativas no custo global do empreendimento, sendo assim uma ferramenta importante para um

controle financeiro expedito da obra apontando aquela etapa que demanda maiores despesas e portanto requer controle mais cuidadoso.

Com isso nota-se que a etapa superestrutura representa o maior custo dentre as etapas, sendo este de 22,00% do custo total da obra, indicando assim a necessidade de um nível de controle rigoroso em sua execução. As etapas de administração (esta faz parte dos custos indiretos de construção) e de esquadrias também requerem atenção, pois também possuem percentuais de custos elevados de 14,39% e 12,43% do custo total do empreendimento, respectivamente.

4.2.2 Comparativo com o CUB

Foi feita a comparação do orçamento elaborado com o CUB do projeto padrão semelhante. Para tal análise foi feita a comparação do valor obtido por metro quadrado com o custo divulgado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil da Grande Florianópolis, SINDUSCON. A tabela 10 é referente ao mês de outubro do presente ano, mês no qual a precificação foi realizada, e apresenta os valores fornecidos pelo SINDUSCON já mencionado.

Tabela 10 – Custo Unitário Básico de edificações residenciais

Residencial					
Projetos Padrão	Tipo	Pavimentos	Padrão deAcabamento		
			Baixo	Normal	Alto
Residencial (R)	Unifamiliar	1	1.379,67	1.661,02	2.011,85
Prédio popular (PP)	Multifamiliar	4	1.277,48	1.557,80	
Projeto Interesse Social (PIS)	Multifamiliar	4	974,63		
Residencial (R)	Multifamiliar	8	1.216,64	1.379,34	1.621,43
Residencial (R)	Multifamiliar	16		1.332,81	1.735,62
CUB Médio Residencial (R) R\$:		1.542,30	Variação %:		0,42

Fonte: SINDUSCON (2015).

O projeto residencial multifamiliar de 16 pavimentos com padrão de acabamento alto é o que mais se aproxima do empreendimento em análise, possuindo para o mês de outubro de 2015 um CUB de R\$1735,62. Apesar desse ser o padrão mais próximo ao do projeto em questão também será feito comparativo com o CUB do padrão de acabamento normal.

Inicialmente deve-se deduzir do orçamento o valor referente às fundações especiais, elevadores, custos indiretos e contingências, visto que eles não são considerados na composição do CUB. Desse modo o valor final do orçamento seria de R\$7.366.564,64.

As tabelas 11 e 12 apresentam os resultados para o custo total da obra, custo por metro quadrado de área equivalente, a diferença obtida e seu respectivo percentual, para o padrão de acabamento alto e normal, respectivamente. Para o cálculo da área equivalente deve-se multiplicar os valores das áreas construídas pelos coeficientes de homogeneização obtidos da norma 12721:2006 (ABNT, 2006). Com isso, tem-se uma área equivalente de construção de 5876,97 m² e uma área construída total de 6945,82 m².

Tabela 11 – Comparativo com o CUB – padrão alto

<i>PADRÃO ALTO</i>	ORÇAMENTO REALIZADO	ORÇAMENTO PELO CUB
CUSTO TOTAL (R\$)	R\$ 7.366.564,64	R\$ 10.200.186,67
CUSTO POR METRO QUADRADO (R\$)	R\$ 1.060,58	R\$ 1.735,62
DIFERENÇA (R\$)	R\$ 2.833.622,03	
VARIAÇÃO ENTRE ORÇAMENTOS (%)	38,47%	

Fonte: Do autor.

Tabela 12 – Comparativo com o CUB – padrão normal

<i>PADRÃO NORMAL</i>	ORÇAMENTO REALIZADO	ORÇAMENTO PELO CUB
CUSTO TOTAL (R\$)	R\$ 7.366.564,64	R\$ 7.832.884,39
CUSTO POR METRO QUADRADO (R\$)	R\$ 1.060,58	R\$ 1.332,81
DIFERENÇA (R\$)	R\$ 466.319,75	
VARIAÇÃO ENTRE ORÇAMENTOS (%)	6,33%	

Fonte: Do autor.

Percebe-se que o comparativo com o CUB de padrão alto demonstra uma discrepância grande no resultado (38,47%), mesmo o projeto sendo mais similar a um empreendimento de alto padrão do que de padrão normal de acabamento.

Assim conclui-se que visando ter a maior precisão possível, evitando erros desde o planejamento até a conclusão da obra, é necessário a elaboração de orçamentos para qualquer tipo de obra de construção, já que os resultados podem divergir do CUB, o que é esperado, afinal são orçamentos de projetos diferentes. Por outro lado, quando não se dispõe dos projetos executivos, o CUB é uma boa base comparativa para análises de viabilidade e estimativas de edificações.

4.2.3 Curva ABC

Como já mencionado neste trabalho, a ferramenta da curva ABC permite verificar onde estão os maiores custos para a realização do empreendimento e assim possibilitar definir a importância de controle que cada serviço ou insumo deve ter.

Basicamente trabalha-se com duas modalidades da curva ABC, a de insumos e a de serviços. Na sequência será analisada a curva ABC de serviços e dela serão tiradas algumas conclusões pertinentes. Mais especificamente segue na tabela 13 os serviços da categoria A da curva ABC de serviços, onde estão agrupados os serviços em que seu custo acumulado chega a 50% do custo total da obra. Cinquenta por cento foi adotado de acordo a bibliografia estudada, porém esse número é variável e depende muito do interesse da construtora.

Tabela 13 – Curva ABC de serviços/categoria A

Obra		4 - Aluno Extra					
Tipo de obra		1 - Construção Civil					
BDI		Não aplicado		Encargos sociais		167,13%	
Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
2506	Forma Compensado Resinado (30% Reaprov.)	m2	12.084,2287	86,0769	1.040.172,96	10,2740	10,2740
4593	Engenheiro	mes	40,0000	16.839,8752	673.595,01	6,6533	16,9273
80010	Concreto Usinado FCK=35MPa	m3	1.041,2419	408,3991	425.242,24	4,2002	21,1275
4660	Elevador Social	un	2,0000	200.000,0000	400.000,00	3,9509	25,0784
2738	Alvenaria Vedação Tijolo Cerâmico Furado e=15cm	m2	7.272,0100	53,8319	391.466,12	3,8666	28,9450
80012	Pele de vidro	m2	645,5100	586,7500	378.753,00	3,7410	32,6861
4594	Mestre	mes	40,0000	8.419,9376	336.797,50	3,3266	36,0127
3971	Cerâmica Vitrificada	m2	3.173,7200	104,0197	330.129,40	3,2608	39,2735
80011	Eventuais e não orçados	vb	1,0000	294.882,0927	294.882,09	2,9126	42,1861
3682	Emboco Interno	m2	18.406,5000	13,8587	255.090,16	2,5196	44,7057
4599	Alimentação	mes	40,0000	6.000,0000	240.000,00	2,3705	47,0762
3681	Chapisco Interno	m2	18.406,5000	11,9848	220.598,22	2,1789	49,2551
Total da obra					4.986.726,70		

Fonte: Do autor.

Como é possível observar, o serviço de formas é o que tem o custo mais elevado e portanto deve ter o maior nível de controle. Entretanto algumas observações são necessárias acerca desse item. Primeiramente sua composição unitária foi utilizada a proposta pelo próprio software Sienge, segundo o preço dos principais insumos, como por exemplo compensado de 12 milímetros resinado, teve como fonte a TCPOWEB da editora PINI.

O serviço que engloba a execução das ferragens não está figurando na curva A, quando deveria estar, pois de fato é um dos principais insumos na maioria das obras de engenharia em concreto armado convencional. Essa peculiaridade explica-se pelo motivo de que os serviços de armadura foram separados pela bitola da armadura, como será demonstrado no orçamento completo no APÊNDICE III. Se os serviços de armaduras fossem unidos em um único serviço, seu custo total seria de R\$721.903,78 enquadrando-se dentre os principais serviços da curva ABC.

Outro serviço que chama atenção pelo seu alto valor é o da equipe técnica, como o do engenheiro que chega quase a R\$17.000,00 mensais. Esse valor foi obtido a partir de oito salários mínimos acrescidos dos encargos sociais, podendo variar muito de acordo com a empresa e a forma de contratação desse profissional.

Uma empresa que consegue ter um controle adequado quanto aos serviços e insumos da categoria A certamente terá um retorno financeiro relevante, principalmente em obras que requerem grandes investimentos, como obras públicas de infraestrutura.

5 CONCLUSÕES

Os objetivos propostos no presente trabalho foram atendidos, uma vez que obteve-se o desenvolvimento de projetos e de levantamento de quantitativos para orçamento em software que trabalha em plataforma BIM, fazendo uso de ferramentas não só em BIM 3D como também BIM 5D, no caso do orçamento.

Para a empresa que no futuro executará o empreendimento, apesar de ainda serem necessários alguns projetos e revisões pertinentes, esses serviços de projetos arquitetônico, hidrossanitário e orçamento realizados em BIM podem servir de incentivo e parâmetro para futuros empreendimentos. Além disso pode possibilitar uma execução com menos problemas de incompatibilidade e um controle mais adequado dos custos advindo de estudo de um orçamento feito com levantamentos quantitativos precisos obtidos de forma direta, confiável e moderna, deixando de lado softwares ultrapassados e proporcionando um avanço em relação a grande parte de construtoras que ainda resistem a utilização de softwares em plataforma BIM.

Apesar dos benefícios e facilidades no desenvolvimento dos projetos e principalmente na obtenção dos quantitativos no software Revit para posteriormente lançá-los no programa de orçamento Sienge, também foi percebido um grau de complexidade para uso da ferramenta. Essa dificuldade fundamentalmente se dá no início dos projetos, quando não há uma *template* definida com as informações necessárias, comprovando assim muitos estudos dizendo que o Revit é excelente em médio e longo prazo.

A construção civil é uma área que apresenta grandes desperdícios, retrabalhos e controle de custos ineficientes. A utilização de uma ferramenta em BIM, onde tudo é integrado, apresenta um caminho a ser seguido para deixar a construção civil de forma mais eficiente e produtiva desde os estudos de viabilidade até a manutenção de um empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHITECTS, The American Institute Of. **AIA Document G202 - 2013**. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Abnt, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: Abnt, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13103**: Instalação de aparelhos a gás para uso residencial - Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 33 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt, 2006. 223 p.

AUTODESK. **News Release**: Autodesk to Acquire Revit Technology Corporation. Disponível em: <<http://investors.autodesk.com/phoenix.zhtml?c=117861&p=irol-newsArticle&ID=261618>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

AUTODESK. **Staying Competitive**: For construction professionals. Disponível em: <http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/test-drive-bim-q3/bds/autodesk_staying_competitive-bim_ebook_4.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

AUTODESK. **Visão geral**: Software de projeto de edificações e construção. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/revit-family/overview>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Unisul, 2003. 66 p.

BIM, Practical. **What is this thing called LOD**. Disponível em: <<http://practicalbim.blogspot.com.br/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

BIM, Tecnologia. **Conheça a tecnologia BIM**. Disponível em: <<http://www.tecnologiabim.com.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

BUILDINGSMART. **What openBIM Does.** Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

CAIXA. **SINAPI - Índices da construção civil: Preço insumos não desonerado.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sc/SINAPI_Preco_Ref_Insumos_SC_092015_NaoDesonerado_Retificado.pdf>. Acesso em: 19 out. 2015.

CONSTRUCTION, Mcgraw Hill. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets.** Disponível em: <<http://analyticsstore.construction.com/smartmarket-reports/GlobalBIMSMR14.html>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.** New Jersey: Wiley, 2011.

ELITECAD. **BIM technology for increased efficiency in planning.** Disponível em: <<http://www.elitecad.eu/en-gb/BIM-technology>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

EVANGELIST, Architectural. **Top 7 Reasons to Use Revit Software.** Disponível em: <<http://www.architecturevangelist.com/tips-and-tricks/top-7-reasons-to-use-revit.html>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

GALLOIS, Louise Pagani. **Orçamento e Programação de uma Edificação Residencial.** 2014. 153 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

HASHTAGBIM. **BIM do 3D ao 7D.** Disponível em: <<https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

JUNGLES, Antonio Edésio; AVILA, Antonio Victorino. **Gerenciamento na Construção Civil.** Chapecó: Argos, 2006.

LOGISEEK. **BIM Clash Detection.** Disponível em: <http://www.logiseek.com/BIM_clash_detection.php>. Acesso em: 1 nov. 2015.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: Dicas para orçamentistas - Estudos de caso - Exemplos.** São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **As utilidades da curva ABC de serviços**. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-utilidades-da-curva-abc-de-servicos-308598-1.aspx>>. Acesso em: 8 nov. 2015.

MENEGUELLI, Pedro de Carvalho. **Orçamento, programação e viabilidade econômico-financeira de uma edificação multifamiliar**. 2015. 155 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

MUTTI, Cristine do Nascimento. **Apostila da disciplina Administração da Construção**. Florianópolis: Ufsc, 2013. 141 p.

NETTO, Claudia Campos. **Autodesk Revit Architecture 2015: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2014.

PINI. **TCPO web**. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2015.

REVIT, Dicas de. **Vista 3D explodida**. Disponível em: <<http://dicasderevit.getpro.com.br/>>. Acesso em: 4 nov. 2015.

SINDUSCON. **Planilhas completas do CUB 2015**. Disponível em: <<http://sindusconfpolis.org.br/?dep=57&nomeDep=planilha-completa>>. Acesso em: 20 out. 2015.

SOUZA, Livia Laubmeyer Alves de; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário**. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958>>. Acesso em: 5 nov. 2015.

TÉCHNE. **BIM 4D**. 213. ed. São Paulo: Pini, 2014. 64 p.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Pini, 2011.