

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DANIEL DA SILVA**

**QUANTITATIVOS DE PROJETOS COMPLEMENTARES EM OBRAS  
PÚBLICAS: Comparativo entre o método tradicional e a modelagem  
BIM**

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DANIEL DA SILVA**

**QUANTITATIVOS DE PROJETOS COMPLEMENTARES EM OBRAS  
PÚBLICAS: Comparativo entre o método tradicional e a modelagem  
BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Juliana Bonacorso  
Dorneles

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Silva, Daniel da  
QUANTITATIVOS DE PROJETOS COMPLEMENTARES EM OBRAS  
PÚBLICAS: comparativo entre o método tradicional e a modelagem  
BIM / Daniel da Silva; orientação de Juliana Bonacorso  
Dorneles. - Florianópolis, SC, 2023.  
91 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico  
de Construção Civil.  
Inclui Referências.

1. BIM. 2. Levantando de quantitativos. 3. Orçamento.  
4. Projetos complementares. I. Bonacorso Dorneles,  
Juliana. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III.  
QUANTITATIVOS DE PROJETOS COMPLEMENTARES EM OBRAS  
PÚBLICAS.


# QUANTITATIVOS DE PROJETOS COMPLEMENTARES EM OBRAS PÚBLICAS: Comparativo entre o método tradicional e a modelagem BIM

**Daniel da Silva**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.


Florianópolis, 28 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 JULIANA BONACORSO DORNELES  
Data: 31/07/2023 09:52:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Juliana Bonacorso Dorneles, Prof<sup>a</sup>. Ma.  
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente  
 JULIANA GUARDA DE ALBUQUERQUE  
Data: 31/07/2023 10:58:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Juliana Guarda de Albuquerque, Prof<sup>a</sup>. Ma.  
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente  
 LUCIANA DA ROSA ESPINDOLA  
Data: 31/07/2023 10:20:33-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Luciana da Rosa Espíndola, Prof<sup>a</sup>. Dra.  
Instituto Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, meus pais Luciane e Roberto, meu irmão, Douglas, e minha cunhada Thuisy, ao meu amor, Victor, e aos meus amigos, em especial ao Endri e a Agatha.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha mãe, Luciane, por ser minha inspiração e meu porto seguro, por sempre confiar e acreditar em mim e por me amar incondicionalmente por quem sou. Ao meu pai, Roberto, por me apoiar em tudo e estar sempre disposto a me ajudar em qualquer situação, por todo o amor e todos os ensinamentos. Ao meu irmão, Douglas, por ser meu maior modelo de ser humano, me dar suporte e apoio em tudo, pelo amor e pela amizade. À minha cunhada, Thuisy, que me ajudou a fazer com que eu me tornasse a pessoa que sou hoje, me dar todo amor e carinho, estar sempre presente e me apoiar tanto. Ao meu namorado e grande amor, Victor, por me entender, me escutar, me amar tanto, fazer com que eu me sinta especial e me incentivar a ser sempre a minha melhor versão. Ao meu amigo, Endri, por todos os conselhos, todo o carinho e todo o apoio durante esse período da graduação. À minha prima e amiga, Agatha, por sempre me apoiar e acreditar em mim e crescer ao meu lado. À minha prima e amiga, Vitória, por sempre me ajudar, me ouvir, me dar carinho e ser a irmã caçula que nunca tive. Agradeço, ainda, a toda minha família, por serem tão amorosos e me aceitarem como sou. Amo todos vocês eternamente, do fundo do meu coração. Gostaria de agradecer também ao IFSC, e todos que fazem parte dele, por ser um local de acolhimento, aprendizado e crescimento. Por último, deixo meus agradecimentos a todos os professores que me ensinaram tanto e fizeram parte da minha jornada acadêmica, em especial à professora Juliana Dorneles, que aceitou esse desafio de ser minha orientadora e me apoiou em todos os momentos.

## RESUMO

O orçamento é o documento mais importante para as licitações, sendo assim, crucial para as obras públicas brasileiras. Para se obter os custos de uma obra, é preciso identificar os serviços necessários por meio da etapa de levantamento de quantitativos. A maneira tradicional de realizar o levantamento é a partir da leitura, interpretação e extração manual de dados de projetos elaborados em CAD. No entanto, esse método, muitas vezes, é falho e impreciso. Para evitar erros e, também, agilizar o processo de levantamento, pode-se fazer uso da metodologia BIM. Com ela, é possível realizar a extração automática dos quantitativos a partir de modelos elaborados em softwares, como o QiBuilder. Nesse contexto, o presente trabalho buscou identificar e comparar as diferenças, para a obra pública de uma Casa da Cidadania do TJSC, entre um levantamento de quantitativos dos projetos complementares elétrico e sanitário realizado de maneira tradicional com um levantamento de quantitativos extraído automaticamente a partir da modelagem em BIM e extração automática dos quantitativos, nos softwares QiBuilder e QiVisus, respectivamente. A partir da análise das diferenças entre eles, pôde-se concluir que a discrepância de quantidades e preços identificada foi relativamente pequena. No entanto, em obras maiores, essa diferença pode se tornar mais significativa. Assim, a adoção do BIM pode melhorar a precisão no levantamento de quantitativos e proporcionar melhor controle financeiro.

**Palavras-Chave:** BIM. Levantamento de quantitativos. Orçamento. Projetos complementares.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de compartilhamento BIM e CAD.....	26
Figura 2 – Interface do QiBuilder.....	37
Figura 3 – Interface do QiVisus.....	38
Figura 4 – Fluxograma da metodologia.....	42
Figura 5 – Planta Baixa Arquitetônico.....	44
Figura 6 – Planta Baixa Elétrico Iluminação.....	45
Figura 7 – Planta Baixa Elétrico Força.....	46
Figura 8 – Planta baixa projeto sanitário.....	47
Figura 9 – Planta de implantação projeto sanitário.....	48
Figura 10 – Configurações do projeto elétrico no QiBuilder.....	50
Figura 11 – Configurações dos quadros de distribuição.....	51
Figura 12 – Configurações dos circuitos elétricos.....	52
Figura 13 – Configurações das luminárias de 32W.....	53
Figura 14 – Configurações dos interruptores.....	54
Figura 15 – Configurações dos eletrodutos.....	55
Figura 16 – Planta da modelagem em BIM da parte de iluminação do projeto elétrico.....	56
Figura 17 – Modelo tridimensional da modelagem da parte de iluminação do projeto elétrico.....	57
Figura 18 – Planta da modelagem em BIM da parte de força do projeto elétrico.....	58
Figura 19 – Representação tridimensional da modelagem da parte de força do projeto elétrico.....	59
Figura 20 – Aparelhos sanitários, tubos e conexões de um banheiro.....	60
Figura 21 – Lançamento de tubos, aparelhos e caixas.....	61
Figura 22 – Unidades de tratamento.....	62
Figura 23 – Planta da modelagem em BIM do projeto sanitário.....	63
Figura 24 – Representação tridimensional da modelagem do projeto sanitário.....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição da fase de desenvolvimento de um projeto.....	19
Quadro 2 – Estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico.....	32
Quadro 3 – Orçamento convencional, paramétrico e executivo.....	33
Quadro 4 – Quantitativos do projeto elétrico.....	65
Quadro 5 – Quantitativos do projeto sanitário.....	66
Quadro 6 – Comparativo de quantitativos do projeto elétrico em BIM e fornecidos pelo TJSC.....	68
Quadro 7 – Comparativo de quantitativos do projeto sanitário em BIM e fornecidos pelo TJSC.....	69
Quadro 8 – Comparativo de preços do projeto elétrico pelo BIM e fornecidos pelo TJSC.....	71
Quadro 9 – Comparativo de preços do projeto sanitário pelo BIM e fornecidos pelo TJSC.....	72

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens da implementação do BIM.....	25
--	----

## 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* - Modelagem de Informações de Construção

CAD - *Computed Aided Design* - Desenho Assistido por Computador

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IFC - Industry Foundation Classes

NBR - Norma Brasileira

SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TJSC - Tribunal de Justiça de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Justificativa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Definição do problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>17</b>
1.3.1 Objetivo geral.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Projetos de construção.....	18
2.1.1 Projeto de instalações elétricas.....	20
2.1.2 Projeto de instalações hidráulicas de água fria e sanitário.....	20
2.2 Elaboração de projetos em CAD.....	21
2.3 BIM (Building Information Modeling).....	22
2.3.1 Definição de BIM.....	22
2.3.2 Benefícios da utilização do BIM.....	23
2.3.3 Diferenças na elaboração de projetos em BIM e CAD.....	25
2.3.4 BIM e obras públicas no Brasil.....	27
2.3.5 BIM e a orçamentação.....	28
2.4 Orçamento e orçamentação.....	29
2.4.1 Definição de orçamento e orçamentação.....	29
2.4.2 Tipos de orçamentos.....	32
2.4.3 Levantamento de quantitativos.....	34
2.4.4 Orçamento nas obras públicas brasileiras.....	35
2.5 Softwares em BIM.....	36
2.5.1 Software QiBuilder.....	37
2.5.2 Software QiVisus.....	38
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>39</b>
3.1 A edificação.....	43
3.2 O projeto elétrico.....	44
3.3 O projeto sanitário.....	46
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>49</b>
4.1 Modelagem do projeto elétrico.....	49
4.2 Modelagem do projeto sanitário.....	59
4.3 Extração dos quantitativos dos projetos elétrico e sanitário.....	64
4.4 Comparativo entre os quantitativos do modelo BIM e dos projetos 2D.....	66
4.5 Comparativo de preços a partir dos quantitativos do modelo BIM e dos projetos 2D.....	70
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

<b>APÊNDICES.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE A – PROJETO ELÉTRICO BIM (ILUMINAÇÃO).....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE B – PROJETO ELÉTRICO BIM (FORÇA).....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE C – PROJETO SANITÁRIO BIM.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO A – ORÇAMENTO ELÉTRICO TJSC.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO B – ORÇAMENTO SANITÁRIO TJSC.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO C – PROJETO ELÉTRICO TJSC (ILUMINAÇÃO).....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO D – PROJETO ELÉTRICO TJSC (FORÇA).....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO E – PLANTA BAIXA PROJETO SANITÁRIO TJSC.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO F – IMPLANTAÇÃO PROJETO SANITÁRIO TJSC.....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O orçamento de uma obra representa uma estimativa de previsão dos custos e do preço para a execução dos serviços construtivos. Além disso, constitui um documento essencial para a gestão da obra, servindo tanto como base para estudos e planejamentos prévios, como para o controle da etapa de execução (GONZALEZ, 2008).

Para as obras públicas no Brasil, Silva (2019) afirma que a orçamentação faz parte do processo de licitação e é essencial, tanto para a sociedade em geral quanto para as empresas que estão concorrendo e para o próprio órgão público. Erros como o superfaturamento podem ter origem no levantamento de quantitativos, uma das principais etapas do orçamento, causando prejuízos aos cofres públicos e, por consequência, aos próprios brasileiros.

Para evitar essa situação, a etapa de orçamentação requer informações provenientes dos projetos em quantidade e qualidade satisfatórias para gerar quantitativos mais assertivos com a realidade. Segundo Cordeiro (2007), é crucial a análise correta dos projetos para que se possa extrair deles todos os dados necessários para compor o orçamento. Assim, quanto mais detalhadas e de fácil interpretação forem as informações, mais precisos serão os custos e o preço final do orçamento de obras.

A composição dos orçamentos tem sido, geralmente, realizada pelo método tradicional, a partir da extração de quantitativos com base na análise manual de projetos elaborados em CAD, em desenhos em 2D. Mas, esse processo tende a gerar inconformidades no orçamento devido principalmente a dificuldades na busca dos dados e na visualização incorreta das informações nos projetos (FENATO *et al.*, 2018).

Assim, pensando na necessidade de automatizar o levantamento de quantitativos a fim de se obter melhores resultados na extração das informações para elaboração dos custos do orçamento, Eastman *et al.* (2014) cita que uma solução é adotar a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) na elaboração dos projetos. Segundo Kons (2021), o BIM permite a geração de um modelo virtual de uma edificação, com associação de dados e informações, como a geometria e custos, em todos os elementos construtivos do projeto.

Costa (2014) chama atenção para o fato de que, no Brasil, há uma tendência da implementação do BIM em projetos arquitetônicos e estruturais, mas isso não acontece no caso dos projetos complementares, como os de instalações elétricas e hidrossanitárias. Além disso, a quantidade de pesquisas voltadas para esses tipos de projetos ainda é escassa no país.

Dentro deste contexto, o presente trabalho visa comparar o quantitativo e a diferença de preços de um orçamento dos projetos elétrico e sanitário de uma obra pública, feito com base no levantamento de quantitativos manual, com um levantamento de quantitativos extraído automaticamente a partir de uma modelagem em BIM. O orçamento realizado a partir da interpretação e extração manual de dados dos projetos complementares em 2D foi elaborado pelo Tribunal de Justiça de Santa Catarina (TJSC), sem a utilização de um software BIM. Já os quantitativos obtidos a partir de projetos complementares modelados em BIM serão extraídos com auxílio de um software de orçamentação baseado em BIM.

## **1.1 Justificativa**

O orçamento é parte crucial do desenvolvimento das obras públicas, principalmente levando em consideração a Lei de Licitações e Contratos. O preço estabelecido no orçamento, que é baseado no levantamento de quantitativos e outras etapas da orçamentação, é o que valerá no momento de o órgão público realizar o pagamento para a empresa que vencer o processo licitatório. Por isso, qualquer erro no levantamento de quantitativos pode levar a custos menores ou maiores do que os que efetivamente serão gastos na execução, causando, por exemplo, o superfaturamento da construção. Para a sociedade, isso significa que aquela obra poderá custar mais do que deveria, gerando um desperdício de dinheiro público.

Por meio da trajetória em um estágio profissionalizante no setor de orçamentos de um órgão público, o autor do presente trabalho pôde constatar que o levantamento de quantitativos, realizado a partir da extração manual de informações de projetos em 2D, apresentava diversas falhas, baixa produtividade e, em alguns casos, pouca assertividade.

Nesse sentido, o autor do presente trabalho, durante a realização de um outro estágio profissionalizante em uma empresa responsável pelo desenvolvimento de

softwares de orçamento, planejamento, projetos estruturais e complementares em BIM, identificou que o processo de orçamentação, em específico o levantamento de quantitativos, poderia ser positivamente influenciado com a adoção da modelagem em BIM.

Quando se trata do processo da etapa de levantamento de quantitativos para o orçamento, Andrade (2021, p. 94) afirma que, diferente do método tradicional, “o *Building Information Modelling* (BIM) pode fornecer maior precisão na obtenção de quantitativos, reduzindo seu tempo de execução, uma vez que os dados são extraídos instantaneamente e automaticamente”. Já o que acontece na utilização do CAD é que o levantamento de quantitativos precisa ser feito de maneira manual, lendo, interpretando e extraíndo as informações dos projetos em 2D. Questões como o nível de detalhamento e informações que são automaticamente inseridas nos projetos permitem que seja realizada, com precisão e assertividade, a automatização na extração dos quantitativos quando utilizado um software em BIM na modelagem dos projetos.

Ressalta-se, ainda, que é escassa a quantidade de pesquisas existentes relacionando o uso do BIM e o orçamento para obras públicas, ainda mais com foco em projetos complementares. Ainda há um longo caminho a traçar para que a adoção do BIM nas obras públicas seja realidade. Um dos motivos para isso é que a grade curricular dos cursos da área da construção civil de muitas universidades ainda não ofertam disciplinas voltadas ao BIM. Assim, fazendo com que os profissionais recém formados não estejam preparados para trabalhar com essa metodologia logo ao sair da academia (SOUSA, 2022).

Com isso, o presente trabalho busca avaliar as diferenças nos quantitativos de um orçamento realizado a partir de projetos complementares modelados com base na metodologia BIM, com extração automática de quantitativos, ante a um orçamento de projetos complementares de uma obra pública elaborado da maneira tradicional, com o levantamento de quantitativos extraído a partir de projetos em 2D.

## 1.2 Definição do problema

O levantamento de quantitativos a partir de projetos complementares modelados em BIM resulta em quantidades distintas do que quando feito a partir da leitura e interpretação manual de projetos em 2D? Essa diferença influencia no preço final da obra?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral

Comparar o quantitativo elaborado da maneira tradicional de um orçamento dos projetos elétrico e sanitário da obra pública da Casa da Cidadania do Tribunal de Justiça de Santa Catarina (TJSC) com o quantitativo extraído automaticamente em BIM.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Modelar em BIM, com auxílio do software QiBuilder, os projetos, elétrico e sanitário da Casa da Cidadania;
- b) Extrair automaticamente, com auxílio do software QiVisus, os quantitativos dos projetos em BIM;
- c) Identificar e comparar as diferenças entre os quantitativos extraídos manualmente com os elaborados a partir da metodologia BIM;
- d) Verificar a discrepância entre os preços dos quantitativos extraídos automaticamente em BIM com o elaborado da maneira tradicional.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos bibliográficos que embasam a elaboração do trabalho, focando nas informações acerca de projetos, em especial os complementares, da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) e do orçamento e processo de orçamentação em obras públicas.

### 2.1. Projetos de construção

Podemos conceituar os projetos, de acordo com o Guia PMBOK (2017, p. 4), como sendo “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Já para Silva (2019), o projeto, no âmbito da construção civil, é a etapa dentro do processo construtivo que consiste em elaborar, coordenar, transmitir e documentar as especificações adotadas para uma determinada obra.

Os projetos de construção são compostos, normalmente, por plantas baixas, vistas frontais e laterais, cortes e perspectivas, detalhes construtivos, gráficos, tabelas, além de memoriais descritivos que apresentam qualitativamente os materiais e componentes construtivos. Os principais projetos que compõem uma obra são o arquitetônico, o estrutural e os projetos complementares, que incluem o projeto elétrico, hidráulico e sanitário, comumente conhecido como projeto hidrossanitário (SOUSA, 2022).

De acordo com Gonzalez (2008, p. 5), “o projeto é composto por um conjunto de documentos, formalizados em desenhos e texto, que descreve a obra, permitindo a contratação e a execução”. Em outras palavras, o projeto é o conjunto de informações que permite a materialização da ideia da edificação para que ela possa ser efetivamente construída.

O Quadro 1 descreve a etapa de desenvolvimento de um projeto típico da construção civil, com as ações e recursos necessários, além de um exemplo de tudo aquilo que precisa ser alcançado ao fim do processo.

**Quadro 1 - Descrição da fase de desenvolvimento de um projeto**

PROJETO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de todos os métodos e soluções construtivos</li> <li>• Desenvolvimento de todos os projetos, especificações e detalhes para construção</li> <li>• Desenvolvimento dos documentos para construção e contratação</li> <li>• Desenvolvimento das especificações para manutenção futura</li> <li>• Lista de materiais, serviços e recursos necessários para a realização do empreendimento</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospecção e validação de construtoras</li> <li>• Prospecção de futuros mantenedores</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de toda a documentação técnica executiva do empreendimento</li> <li>• Planejamento completo da execução</li> </ul>

Fonte: CBIC (2016).

Os projetos são de grande importância para o sucesso de um empreendimento. Quando negligenciados, Eastman *et al.* (2014) afirma que acabam frequentemente, durante a execução de uma obra, precisando de modificações no projeto já elaborado por conta de erros e situações não pensadas a fundo no momento de elaborar e documentar todas as informações no projeto ainda na etapa inicial.

Sakamori (2015, p. 15) destaca que “o maior problema no planejamento, na orçamentação e na construção de projetos de edifícios é a visualização incorreta das informações contidas no projeto”. Essa situação ocorre porque os projetos, tradicionalmente, são representados em desenhos 2D que, muitas vezes, não são claros ou não possuem todas as informações necessárias para que os profissionais que vão utilizá-los após sua elaboração consigam interpretá-los.

Além disso, segundo Eastman *et al.* (2014), outra deficiência muito comum na etapa de projetos é o fato de que alguns, ou às vezes todos os projetos, do arquitetônico aos complementares, são realizados por profissionais ou empresas diferentes, havendo pouca ou quase nenhuma comunicação envolvida. No entanto, de acordo com Caetano (2021) existe uma metodologia que, diferente do que é feito no método tradicional, onde tudo é elaborado em 2D, concebe os projetos a partir de uma representação em 3D e gera uma construção virtual através de um modelo com informações atreladas aos elementos construtivos. Essa metodologia é conhecida como *Building Information Modeling* (BIM).

### 2.1.1 Projeto de instalações elétricas

Para que uma edificação possa contar com acesso a eletricidade, se faz necessária a elaboração de um projeto de instalações elétricas, composto essencialmente por um memorial descritivo, representações gráficas e especificações técnicas (SOUSA, 2022).

As instalações elétricas, segundo Silva (2021), são compostas por vários elementos, como eletrodutos, fios, pontos de luz e energia, que visam permitir a utilização de energia elétrica em uma construção. A principal função de um projeto de instalações elétricas é, de acordo com Sousa (2022, p. 23) “garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens”.

Os projetos de instalações elétricas precisam conter informações suficientes para guiar a etapa da execução. Dentre as especificações que devem estar representadas no projeto estão a localização de pontos de energia, das tomadas, dos pontos de luz, dos interruptores, dos quadros de energia e detalhes como o aterramento do sistema (SILVA, 2021).

Segundo a NBR 5410 (ABNT, 2004), os projetos de instalações elétricas devem ser elaborados prevendo as cargas de consumo, as quantidades de pontos de energia, bem como as alturas e distâncias entre cada elemento do sistema.

### 2.1.2 Projeto de instalações hidráulicas de água fria e sanitário

As instalações hidráulicas, ou ainda instalações prediais de água fria, são um conjunto de elementos como tubulações, equipamentos e reservatórios que permitem a alimentação de pontos de consumo de água em uma edificação (SOUSA, 2022).

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), o projeto de instalações prediais de água fria deve conter, no mínimo: memorial descritivo e de cálculo, especificações técnicas, plantas baixas, esquemas verticais, detalhes isométricos, além de outros detalhes que se façam necessários para garantir a correta execução das instalações. Para Sousa (2022, p. 20), o principal objetivo dos projetos de

instalações hidráulicas de água fria é “respeitar os princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água”.

Já as instalações sanitárias consistem em um conjunto de elementos que tem o objetivo de coletar os efluentes dos equipamentos sanitários e conduzi-los para um sistema de tratamento local ou uma rede coletora pública (SOUSA, 2022).

A NBR 8160 (ABNT, 1999) especifica orientações e exigências quanto aos projetos, execução, ensaios e manutenção do sistema de instalações sanitárias, visando garantir um padrão mínimo de higiene, segurança e conforto para as pessoas que forem utilizar o sistema. A norma define ainda que o sistema predial de instalações sanitárias deve ser formado por um conjunto de tubulações e acessórios que coletam e destinam os efluentes, além de captar os gases e encaminhá-los para a atmosfera, evitando que voltem para os ambientes da edificação.

Lima (2016) ressalta que os projetos de instalações sanitárias devem conter, no mínimo, memoriais descritivos e de cálculo, plantas e detalhes dos elementos principais. O projeto precisa identificar o caminho do fluxo dos efluentes, a localização dos equipamentos e tubulações, as dimensões e as especificações dos materiais utilizados.

## **2.2 Elaboração de projetos em CAD**

Segundo Eastman *et al.* (2014), CAD é a sigla em inglês para *Computer Aided Design*, que em português pode ser traduzido como desenho auxiliado por computador. O CAD permite a criação de desenhos em um plano bidimensional, em 2D, a partir de coordenadas geométricas que constituem os elementos (NUNES E LEÃO, 2018).

Segundo Sousa (2022), o software baseado em CAD mais utilizado e conhecido é o AutoCAD, da empresa americana Autodesk. A disseminação do seu uso, impulsionado pela evolução tecnológica, levou para o computador a elaboração de projetos, do arquitetônico e estrutural até complementares, que antes eram feitos de maneira manual, com caneta e papel (FLORIANO, 2021).

Eastman *et al.* (2014, p. 12) explica que o sistema CAD gera “arquivos que consistem principalmente em vetores, tipos de linha associados e identificação

de camadas (*layers*)”. Há, ainda apesar de não muito usual, a possibilidade de trabalhar com o CAD 3D, permitindo modelar sólidos, mas com cada elemento geométrico tendo que ser criado e editado de maneira manual.

A metodologia CAD, apesar de largamente utilizada, possui limitações pois só consegue representar as informações, basicamente, por meio de linhas e textos (SOUSA, 2022). Por isso, Silva (2019, p. 22) afirma que “o processo de projeto tradicional, com o uso de CAD, demanda maiores esforços nas etapas finais de projeto e na etapa de construção.”

## **2.3 BIM (*Building Information Modeling*)**

### 2.3.1 Definição de BIM

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*), traduzido para o português como modelagem da informação da construção, consiste em um processo que permite a geração de um modelo virtual preciso de uma edificação (KONS, 2021). Ainda, segundo Sakamori (2015), o modelo, elaborado através de ferramentas baseadas na metodologia BIM, possui informações referentes à geometria e outros dados relevantes sobre os elementos construtivos que constituem a edificação.

Pode-se definir, também, o BIM como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.” (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 13). Portanto, a utilização do BIM se estende para além da etapa de elaboração do projeto, englobando todos os processos da construção. De acordo com a empresa Autodesk (2020), a metodologia BIM gera um modelo virtual que permite simulações e a gestão e coordenação do ciclo de vida construtivo de uma edificação, desde o planejamento até sua execução, operação e manutenção.

Apesar de algumas tecnologias, como os softwares de projeto, serem relativamente novas, o conceito de BIM já existe há quase meio século. Segundo Eastman *et al.* (2014), a terminologia BIM é um pouco mais recente, datando do final dos anos 80, mas a ideia por trás da metodologia já era discutida nos Estados Unidos e na Europa, pelo menos, desde os anos 70. A premissa era desenvolver

uma tecnologia que possibilitasse a criação de um modelo virtual contendo o máximo de informações possíveis sobre os elementos construtivos, permitindo análises, simulações e a interoperabilidade entre profissionais.

Para entender como um modelo virtual funciona, Lima (2018), exemplifica o conceito através da ideia de uma parede em um projeto. Na metodologia BIM, essa parede possui propriedades parametrizáveis, como geometria, materiais, especificações e até preços, fazendo com que o objeto virtual descreva e represente, da maneira mais fiel possível, o elemento na construção real.

Sobre o conceito de parametrização, Eastman *et al.* (2014, p. 14) pontua que os objetos paramétricos "consistem em definições geométricas e dados e regras associadas". Dessa forma, os objetos são modificados automaticamente sempre que as regras paramétricas relacionadas a eles são alteradas, além de possuírem diferentes níveis de agregação e ter habilidade de vinculação ou exportação de atributos como dados de materiais constituintes.

Ainda sobre a questão dos objetos paramétricos:

Também se costuma dizer que alguns objetos BIM são 'inteligentes' porque, além de conterem todas as informações importantes sobre si mesmos, podem ter informações sobre a sua 'relação com outros objetos' e componentes de um modelo (CBIC, 2016, p. 9).

Sakamori (2015) ressalta que a metodologia BIM envolve e integra toda a indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) a partir da construção virtual de um modelo que contém, por exemplo, dados que serão úteis para o orçamento. Assim, os projetos em BIM não são apenas uma representação das características físicas e funcionais da construção, mas carregam informações que servem como suporte para outras etapas da obra, como o planejamento e a orçamentação.

### 2.3.2 Benefícios da utilização do BIM

Quando corretamente aplicada, a metodologia BIM pode trazer diversas vantagens para todos os envolvidos em uma construção. Caetano (2021) aponta que, na pré-construção, o proprietário consegue se beneficiar da visualização do modelo virtual em 3D, o que possibilita uma melhor noção espacial de como a obra ficará após estar pronta.

Na etapa da elaboração do projeto, Eastman *et al.* (2014, p. 14) cita que a geração de desenhos e vistas se torna automatizada, reduzindo o tempo gasto com esses processos. Além disso, como todos os objetos são parametrizados, qualquer correção ou alteração realizada é, automaticamente, alinhada com o restante dos elementos do projeto, reduzindo a necessidade de retrabalhos.

Para CBIC (2016), os principais benefícios da implementação do BIM são:

- a) Visualização exata e precisa daquilo que é projetado;
- b) Possibilidade de simular e fazer análises da construção virtualmente;
- c) Extração automática de quantitativos dos projetos;
- d) Verificação de colisões e interferências entre elementos construtivos;
- e) Integração com outras tecnologias;
- f) Geração de documentos mais consistentes e íntegros;
- g) Possibilidade de projetar construções mais complexas.

Sobre os benefícios para o processo de orçamentação, Kons (2021, p. 24) destaca que o BIM gera mais “precisão dos dados em relação a geometria dos elementos de projeto e a atualização automática das quantidades nas tabelas de levantamento, em caso de alterações no modelo”.

Sakamori (2015) analisou um estudo que acompanhou 35 construções, durante um período de 2 anos, que implementaram a metodologia BIM nos projetos. A partir disso, listou um ranking das principais vantagens e desvantagens obtidas nesses empreendimentos de acordo com alguns critérios estabelecidos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens da implementação do BIM

Critério de Sucesso	Vantagens		Desvantagens	
	Número de Projetos	% do total de projetos	Número de Projetos	% do total de projetos
Redução ou Controle de Custos	21	60,0%	2	5,7%
Redução ou Controle do Tempo	12	34,3%	3	8,6%
Melhoria na Comunicação	13	37,1%	0	0,0%
Melhoria na Coordenação	12	34,3%	3	8,6%
Melhoria ou Controle da Qualidade	12	34,3%	0	0,0%
Redução dos Riscos	6	17,1%	1	2,9%
Melhoria no Entendimento do Escopo	3	8,6%	0	0,0%
Melhoria na Organização	2	5,7%	2	5,7%
Problemas com Softwares	0	0,0%	7	20,0%

Fonte: Sakamori (2015).

Com isso, podemos perceber que, apesar de algumas empresas sentirem uma pequena desvantagem em relação a alguns fatores, principalmente nos problemas com os softwares em BIM, há diversas vantagens na implementação da metodologia BIM. O benefício mais acentuado, nesses casos, foi na redução dos custos da obra, indicando que a modelagem em BIM permitiu um maior controle do orçamento (SAKAMORI, 2015).

### 2.3.3 Diferenças na elaboração de projetos em BIM e CAD

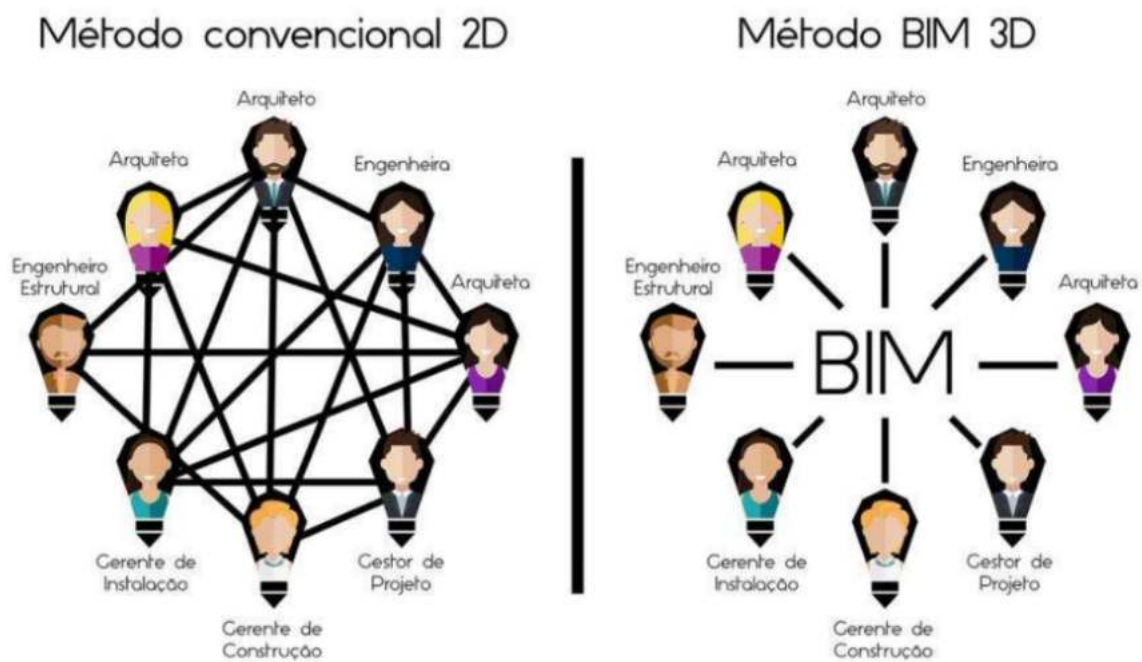
Segundo Eastman *et al.* (2014), a metodologia BIM tem origem em pesquisas sobre o Computer Aided Design (CAD). Conforme as tecnologias foram avançando e os sistemas se tornaram mais inteligentes, a preocupação deixou de ser com o desenho ou a modelagem 3D, com o foco passando a ser nos dados associados aos elementos do projeto.

Para Sousa (2022), a metodologia BIM permite que os objetos geométricos dos projetos tenham dados associados a eles, podendo ser utilizados para diversos fins, como o levantamento de quantitativos ou a compatibilização de projetos. Já o sistema CAD se limita apenas a representar os elementos com linhas e legendas.

Eastman *et al.* (2014, p. 14) cita que “O conceito de objetos paramétricos é central para o entendimento do BIM e sua diferenciação dos objetos 2D tradicionais”. Ou seja, enquanto no CAD os objetos são apenas linhas, no BIM eles possuem informações associadas, representando um elemento virtual com dados não só geométricos, mas também de custos, por exemplo.

Outra diferença entre o BIM e o CAD, segundo Sousa (2022), é no processo de troca de informações entre os profissionais envolvidos no projeto como um todo, conhecido como interoperabilidade. No método tradicional, em CAD, os projetos precisam ser compartilhados entre os profissionais em diferentes etapas, já no BIM tudo é compartilhado de maneira simultânea em um único arquivo, conforme a Figura 1.

**Figura 1 – Processo de compartilhamento BIM e CAD**



Fonte: Sousa (2022).

Silva (2019, p. 18) afirma que, ao contrário do que acontece no método tradicional em CAD “onde há uma propensão para soluções únicas, que dificilmente são alteradas no decorrer do projeto, o BIM permite à equipe colaborativa utilizar o modelo computacional para gerar diversas soluções”. Nos projetos em CAD, os desenhos como plantas, cortes e vistas precisam ser elaborados e, caso necessário, alterados, manualmente e para que sejam interpretados de maneira conjunta os profissionais precisam interpretar e imaginar os desenhos em 3D. Já na metodologia

BIM, é possível gerar, automaticamente, os cortes e vistas, além de poder visualizar a construção em 3D com atualização automática dos elementos caso sofram alterações ao longo do processo (SOUSA, 2022).

Outra questão que diferencia as duas metodologias é que:

Decisões tomadas nas etapas iniciais de projeto impactam menos no custo do empreendimento, comparando o processo de projeto com adoção de BIM em relação ao processo de projeto com uso do CAD (SILVA, 2019, p. 21).

Vale destacar que, segundo Eastman *et al.* (2014), apesar de o BIM apresentar vantagens em relação ao sistema CAD, muitas vezes a implementação é feita de maneira fragmentada, fazendo com que os profissionais precisem retornar aos projetos em 2D no CAD para que todos os envolvidos possam se comunicar.

#### 2.3.4 BIM e obras públicas no Brasil

A implantação da metodologia BIM é uma das soluções para os principais problemas nas obras públicas, dentre eles o superfaturamento ocasionado pelo levantamento de quantitativos deficiente (SILVA, 2019).

De acordo com o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, o Governo Federal Brasileiro tornou obrigatória a implementação do BIM na execução direta ou indireta, incluindo os processos licitatórios, de obras da administração pública federal a partir do ano de 2021. Assim, segundo Segundo Andrade (2021), promovendo uma rápida expansão no uso da metodologia BIM no setor público Federal.

O principal objetivo da implementação do BIM nas obras públicas do Brasil é melhorar a sustentabilidade e a eficiência dos projetos de construção, alavancando o desenvolvimento econômico (SOUSA, 2022). Por isso, Silva (2019) salienta que as iniciativas do poder público para implementação do BIM procuram, sobretudo, gerar uma economia aos cofres públicos através da melhora nas etapas de compras e contratações por licitações, na redução do número de aditivos e na melhora da qualidade e planejamento das obras públicas.

Floriano (2021) coloca, ainda, que o Governo Federal espera que a metodologia BIM gere mais confiabilidade e produtividade e menos custos e riscos

nos projetos, no planejamento e na gestão das obras públicas. Para isso, foi criada, através do decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, pelo poder público, a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*, conhecida como Estratégia BIM BR, visando, entre outras questões, difundir o BIM e suas vantagens, coordenar as ações do poder público para implantação do BIM, favorecer o investimento público e privado na metodologia BIM, estimular a capacitação dos profissionais e desenvolver normas técnicas voltadas para a implantação do BIM.

Com todos esses investimentos por parte do poder público, a implementação do BIM nas obras públicas brasileiras está em fase de desenvolvimento. No entanto, Sousa (2022, p. 21) destaca que “esse desenvolvimento esbarra em questões como a qualificação profissional, tecnologia de dados e barreiras culturais”.

Todavia, Silva (2019, p. 38) coloca que “Santa Catarina é um estado pioneiro nessa área, onde já houve licitação de um projeto em BIM e uma execução de obras com apoio do BIM”. Assim, a implementação do BIM no estado já está mais avançada do que em outras partes do país.

Ruschel (2013) afirma que, diferente do que acontece no cenário internacional, nos cursos de graduação do Brasil, o ensino do BIM vem sendo implementado de maneira lenta e pouco eficiente. As maiores dificuldades encontradas estão na falta de revisão e atualização da estrutura das grades curriculares dos cursos e ainda a falta de conhecimento do conceito de BIM por parte dos educadores.

### 2.3.5 BIM e a orçamentação

A etapa de orçamentação, tradicionalmente, é realizada a partir da leitura e extração manual de dados de projetos modelados em 2D, e esse processo, muitas vezes, pode levar a erros no levantamento de quantitativos (ANDRADE, 2021). Por isso, segundo Eastman *et al.* (2014), a implementação da metodologia BIM pode ser uma solução para gerar maior precisão e assertividade aos quantitativos e diminuir o tempo desse processo, já que os dados são extraídos dos modelos virtuais de maneira automática e instantânea.

Sobre o processo de orçamentação com auxílio da modelagem em BIM, Andrade (2021, p. 94) pontua que o “uso do BIM para levantamento de quantitativos e consequente estimativa de custo ou orçamento é comumente conhecido como BIM 5D.” O processo de levantamento de quantitativos é crucial para a geração de custos assertivos no orçamento, mas, no método tradicional, se essa etapa for excessivamente detalhada, isso implica que uma grande quantidade de tempo foi empregue na leitura, interpretação e extração dos dados dos projetos 2D. Por isso, o mercado passou a adotar tecnologias como o *Building Information Modelling* (BIM) como solução para diminuir o tempo gasto e aumentar a assertividade do levantamento de quantitativos (SAKAMORI, 2015).

Silva (2019) afirma que uma das grandes vantagens da utilização do BIM no processo de orçamentação é justamente por permitir que a extração de quantitativos seja feita automaticamente direto do modelo. Isso pode trazer economia de tempo e financeiras, além de gerar um resultado final de custos e preços mais próximo da realidade.

Vale ressaltar que, na metodologia BIM, a extração dos quantitativos pode ser feita diretamente no software onde o projeto foi modelado. Mas essa extração também é possível de ser realizada em outro software que permita a importação dos dados do modelo virtual (FLORIANO, 2021).

Para Kons (2021), o maior cuidado na hora de utilizar a metodologia BIM como aliada na etapa da orçamentação é garantir uma integração entre os profissionais e um conhecimento técnico adequado da ferramenta de modelagem utilizada, para garantir que o modelo virtual seja fiel ao que será construído e assim gere quantitativos mais exatos. Por último, podemos destacar que uma outra vantagem do uso do BIM na orçamentação "em relação ao método convencional, é que havendo alterações no projeto, os levantamentos procedentes da tecnologia BIM são atualizados instantaneamente" (FLORIANO, 2021, p. 54).

## 2.4 Orçamento e orçamentação

### 2.4.1 Definição de orçamento e orçamentação

De acordo com Cardoso (2020) o orçamento de obras, também designado como estimativa orçamentária de custo, é um documento que descreve completamente os custos prováveis de uma obra com base em um planejamento previamente estabelecido. Para Mattos (2019), o orçamento tem significados distintos dependendo do ponto de vista, se é pela visão do contratante ou do construtor. Para o contratante, o orçamento é uma descrição do preço total que terá que ser desembolsado por ele com base nas atividades que serão realizadas na obra. Já para o construtor, o conceito de orçamento é mais amplo, descrevendo o custo total dos insumos que serão utilizados na obra, com acréscimo de despesas indiretas, gerando o preço total, que será o valor a ser recebido pela execução da obra.

Para as obras públicas, Cardoso (2020, p. 19) destaca que “de acordo com a Lei nº 8.666, o orçamento é parte integrante do projeto básico, sendo, portanto, considerado imprescindível em qualquer licitação”. Mattos (2019) esclarece que não se pode confundir orçamento e orçamentação, já que o primeiro é o produto final e o segundo é o processo de determinação.

Sobre os itens que compõem um orçamento de obras, Floriano (2021, p. 24) afirma que “os orçamentos são definidos somando-se os custos diretos, custos indiretos, impostos e o lucro.” Os custos diretos são aqueles que podem ser identificados a partir dos próprios serviços, ou seja, os materiais, equipamentos e mão de obra. Já os custos indiretos representam despesas mais genéricas e que geralmente não estão diretamente atreladas aos serviços, como taxas, custos com a administração central e itens gerais do escritório ou canteiro. Aos custos soma-se o lucro esperado e os impostos, gerando por fim o preço de venda (KONS, 2021).

Cardoso (2020) define 5 características obrigatórias de um orçamento, são elas: indicação do custo global da obra; demonstração da composição de custos unitários que compõem o preço final; adequação do quantitativo com o projeto básico; apresentação dos encargos sociais e descrição das parcelas que compõem o BDI (Benefício e Despesas Indiretas).

Sobre a orçamentação, processo que resulta no orçamento, Mattos (2019, p. 25) diz que existem “três grandes etapas de trabalho: estudo das condicionantes (condições de contorno), composição de custos e determinação do preço.” Cardoso (2020) explica que o processo de orçamentação requer diversas habilidades do profissional responsável, como, por exemplo, a leitura e interpretação dos projetos para extração de quantitativos, a pesquisa de uma base de dados de preços confiável, a realização de cotações de mercado, a avaliação de itens que não estão explícitos no projeto mas terão custos na obra e ainda o conhecimento de ferramentas eficientes para elaborar o orçamento.

O primeiro passo da orçamentação é o estudo dos documentos referentes ao projeto que se deseja executar, na etapa do estudo das condicionantes. Depois, os custos são levantados com base nas especificações técnicas, no levantamento de quantitativos, das produtividades e, quando necessário, cotações de preços. Por último, é necessário definir e acrescentar, conforme as particularidades, tipo e local da obra, os custos indiretos, com a margem de lucro desejada e os impostos incidentes, resultando no preço de venda (MATTOS, 2019).

Silva (2019, p. 28) ressalta que mesmo um bom orçamento “continua sendo uma previsão, visto que determinar o exato custo de um empreendimento é uma tarefa praticamente inexecutável”. No entanto, Cardoso (2020) afirma que para a iniciativa privada o orçamento é crucial pois serve como uma ferramenta que permite a negociação, contratação e planejamento das obras.

Por isso, para garantir um orçamento preciso e realista, é preciso evitar alguns erros que são geralmente cometidos na etapa de orçamentação. Cardoso (2020) destaca que as principais causas de erros são:

- a. Leitura, medição e estabelecimento de conclusões incorretas na etapa do levantamento de quantitativos;
- b. Inclusão ou não inclusão de insumos e serviços indevidamente;
- c. Erros nas unidades de medida dos serviços;
- d. Cotação de preços feita incorretamente;
- e. Definição incorreta das taxas e impostos incidentes na região da obra;
- f. Negligência na adoção de contingências;
- g. Imperícia do profissional orçamentista.

Passada a etapa de elaboração do orçamento, ou seja, o processo de orçamentação, o documento final deve ser apresentado contendo algumas informações específicas. Coêlho (2015) destaca que o orçamento precisa incluir um memorial descritivo, os critérios de medição adotados e um cronograma definindo, ao menos, a duração da obra e as datas em que os recursos serão desembolsados.

Por fim, vale destacar que, segundo Cardoso (2020, p. 20) “o orçamento é um dado característico de uma obra específica que será executada sob certas condições previamente estabelecidas”. Ou seja, o valor resultante da orçamentação é válido somente por um período de tempo, para uma determinada localidade, em uma época do ano específica e, claro, conforme a complexidade e peculiaridades de cada projeto.

#### 2.4.2 Tipos de orçamentos

Dependendo do autor, temos diferenças entre as definições dos tipos de orçamentos. Para Mattos (2019), os orçamentos podem ser divididos, de maneira geral, em três tipos, a depender do nível de detalhamento requerido. São eles: estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico ou detalhado. Uma definição mais completa de cada tipo, bem como as utilizações mais comuns, encontram-se no Quadro 2.

**Quadro 2 – Estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico.**

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Utilização mais comum</b>
<b>Estimativa de custo</b>	Elaborado a partir de indicadores genéricos, como o Custo Unitário Básico (CUB) ou custos históricos e comparações com projetos similares	Realizado em consultas prévias para se ter uma ordem de grandeza dos custos do empreendimento
<b>Orçamento preliminar</b>	Orçado com base no levantamento de algumas quantidades e preços de etapas da obra ou pacotes de serviços mais genéricos	Realizado como referencial para conferir se os custos de uma execução estão muito fora do comum para o tipo de empreendimento e serviços
<b>Orçamento analítico</b>	Elaborado de acordo com a composição de custos unitários para cada serviço, com pesquisa de preços, além de levar em consideração os custos diretos e indiretos	Realizado para se ter uma previsão mais próxima e precisa do custo da obra

Fonte: Adaptado de Mattos (2019).

Silva (2019) destaca que existem margens de erros conforme o tipo de orçamento, sendo que para a estimativa de custos ela pode ser até 30%, para o orçamento preliminar até 15% e para o orçamento analítico essa margem deve ficar entre 10% a 5%. Assim, quanto maior o nível de detalhamento no orçamento, menor a margem de erro tolerável.

Para Sakamori (2015), apesar de existirem diversos tipos de orçamentos, os mais comuns na indústria da construção civil são o paramétrico, o convencional e o executivo. As características, margens de erro e elementos necessários para cada tipo estão presentes no Quadro 3.

**Quadro 3 – Orçamento convencional, paramétrico e executivo**

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Margem de erro</b>	<b>Documentos e informações necessárias</b>
<b>Orçamento paramétrico</b>	Orçado a partir de unidades de serviço com base em constantes de consumo por unidade de serviço, resultando em valores aproximados para consulta de viabilidade ou dos clientes	20% a 15%	Anteprojeto
			Preços unitários de serviços de referência e índices de obras semelhantes
			Especificações genéricas de materiais e serviços
<b>Orçamento convencional</b>	Elaborado com base na composições de custos unitários, com a divisão dos serviços em frações e orçado por unidade de serviço.	15% a 5%	Projeto executivo e complementares
			Especificações técnicas de materiais e serviços
			Preços de acordo com serviços
<b>Orçamento executivo</b>	Calculado com a maior fidelidade possível a todos os detalhes construtivos, detalhando os custos de acordo com suas ocorrências na obra ao longo da execução	5% a 1%	Todos os itens necessários para o orçamento convencional e também o planejamento da obra

Fonte: Adaptado de Sakamori (2015).

Gonzalez (2008) destaca que, de todos os tipos de orçamentos, o orçamento analítico, também conhecido como discriminado ou detalhado, é o que consegue alcançar a maior precisão quanto aos custos reais de uma obra, sendo o mais utilizado em obras públicas e privadas. No entanto, para alcançar a maior precisão possível, é necessário que os projetos estejam desenvolvidos e bem detalhados, permitindo que se faça o levantamento de quantitativos dos serviços e insumos necessários que depois serão utilizados na composição de custos unitários.

### 2.4.3 Levantamento de quantitativos

Para estimar os custos de uma obra, em especial os custos diretos, é necessário fazer um levantamento de quantitativos. Essa etapa consiste na leitura e interpretação dos projetos para extração das quantidades de materiais necessários para a execução de cada serviço construtivo (BRAGA, 2015).

Mattos (2019, p. 44) pontua que "o início da orçamentação de uma obra requer o conhecimento dos diversos serviços que a compõem. Não basta saber quais os serviços, é preciso saber também quanto de cada um deve ser feito". Por isso, o levantamento de quantitativos é uma das etapas que mais exige habilidades do orçamentista, como a capacidade de ler os projetos, calcular as áreas e volumes e consultar referências de tabelas.

González (2008) explica que a medição dos serviços depende dos critérios adotados, levando em consideração que o objetivo é sempre obter quantidades que correspondam ao máximo às medidas reais. O concreto, por exemplo, é medido em volume, enquanto a pintura é medida em função da área e as esquadrias, geralmente, em unidade.

Para garantir que os dados possam ser conferidos e eventualmente alterados por outros profissionais, Mattos (2015) afirma que a etapa do levantamento de quantitativos deve sempre contar com um memorial de cálculo. Assim, é possível deixar registrado os critérios de medição adotados.

O levantamento de quantitativos pode ser feito de maneira manual ou automatizada. No processo manual, o profissional faz a medição, geralmente com base em projetos 2D em CAD, de todos os elementos construtivos e insere as quantidades em uma planilha. Já o levantamento automatizado é extraído automaticamente com auxílio de softwares BIM (SAKAMORI, 2015).

Quando o levantamento de quantitativos é realizado de maneira manual, Braga (2015, p. 32) afirma que o "processo está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação também é demorada e pode exigir 50% a 80% de uma estimativa de custo de tempo em um projeto". Para que o levantamento de quantitativos seja elaborado com maior precisão, é crucial que seja disponibilizado um projeto bem detalhado ao orçamentista. Caso isso não ocorra, o

profissional terá que adotar uma metodologia própria para estimar a quantidade de alguns materiais, o que resultará em erros, para mais ou para menos, nos valores do quantitativo final da obra (COELHO, 2015).

A implementação da metodologia BIM vem sendo adotada para diminuir o tempo gasto e o grau de incertezas no levantamento de quantitativos. Com um modelo virtual preciso e que contém informações suficientes vinculadas aos elementos construtivos, os softwares baseados em BIM conseguem extrair de forma automática e assertiva as quantidades de materiais e serviços (CAETANO, 2021).

No entanto, Eastman *et. al* (2014) ressalta que os orçamentistas devem utilizar as ferramentas BIM para agilizar e melhorar o processo de levantamento de quantitativos. Mas é necessário que sejam avaliadas condições não usuais ou mais complexas referentes à execução dos serviços, já que a identificação dessas condições pelas ferramentas de forma automática ainda não é algo viável. Ou seja, o processo de orçamentação não pode ser substituído pela implementação do BIM, mas sim otimizado.

#### 2.4.4 Orçamento nas obras públicas brasileiras

Medeiros (2011, p. 2) ressalta que “o maior construtor de obras no Brasil é, sem dúvida, a Administração Pública, nas três esferas, federal, estadual e municipal”. Essas construções geram custos altos para os cofres públicos e, por isso, para evitar problemas, como o superfaturamento, é crucial que haja uma gestão dos recursos monetários investidos pela administração pública.

A Lei nº 14.133/2021 dispõe sobre as normas de licitações e contratos para os órgãos públicos no Brasil. O artigo 11 estabelece que os objetivos do processo licitatório são a escolha da proposta de contratação mais vantajosa para a Administração Pública, uma competição e isonomia justa entre as empresas do processo, a inovação e desenvolvimento sustentável e ainda evitar contratações com superfaturamento ou preços inexequíveis. No artigo 6, há a exigência do projeto básico no processo licitatório que, além de outros elementos, deve conter um orçamento detalhado dos custos globais da obra. Assim, o orçamento é uma obrigação legal do processo licitatório.

Mattos (2019) afirma que, para o processo licitatório, o orçamento é o documento mais importante. O valor resultante do processo de orçamentação é que vai determinar as propostas que serão apresentadas pelas empresas que vão participar do processo licitatório. Normalmente, o critério mais utilizado na escolha da empresa escolhida no processo licitatório é o do menor preço. Por isso, os valores no orçamento não podem ser subestimados, fato que pode gerar necessidade de aditivos ou inviabilização da execução, nem superestimados, já que isso pode resultar em um superfaturamento.

Dada a importância do orçamento para o processo licitatório, Tisaka (2011, p. 22) cita que ele “deverá conter, de modo fiel e transparente, todos os serviços e/ou materiais a serem aplicados na obra de acordo com o projeto básico e outros projetos complementares referentes ao objeto da licitação”. Assim, o resultado do orçamento está diretamente relacionado com a capacidade e habilidade do profissional orçamentista em ler, interpretar e, ainda, fazer o levantamento de quantitativos dos insumos presentes nos projetos e especificações técnicas.

No caso de orçamentos mal elaborados, Medeiros (2011, p. 20) afirma que o resultado pode ser “desinteresse pela licitação, desvios de verbas, sonegação de tributos, aditivos injustificados, jogo de planilhas, sobrepreço, superfaturamento e, até mesmo, paralisações de obras”. Dessa forma, o processo de orçamentação para obras públicas exige elevada responsabilidade dos profissionais responsáveis que atuam nesse setor dentro dos órgãos públicos.

Uma das principais causas de irregularidades nos orçamentos de obras públicas são erros no levantamento de quantitativos. Isso ocorre, principalmente, por conta de projetos deficientes que dificultam a leitura e interpretação das informações e especificações técnicas dos elementos da obra por parte do orçamentista (SILVA, 2019).

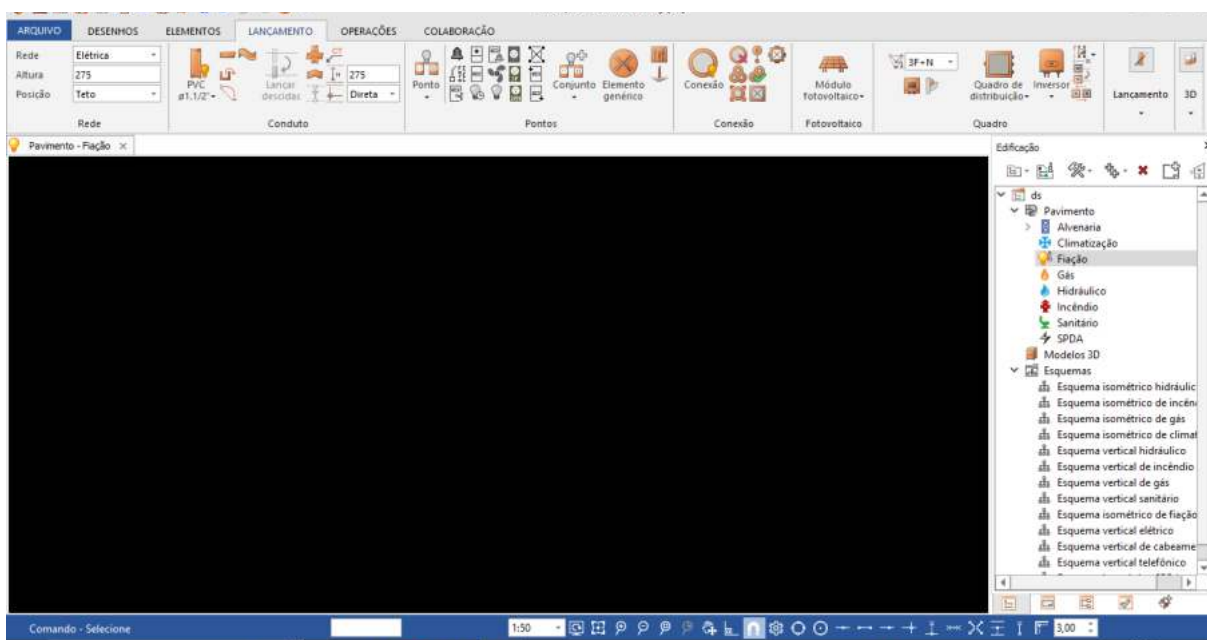
## **2.5 Softwares em BIM**

Existem no mercado diversos softwares baseados em BIM para modelagem de projetos e também para a etapa de orçamentação (COSTA, 2013). Entre eles, existem os softwares da empresa brasileira AltoQi, o QiBuilder, para projetos complementares, e o QiVisus, para orçamentação e planejamento de obras.

### 2.5.1 Software QiBuilder

O QiBuilder é um software em BIM da empresa AltoQi voltado para projetos de instalações prediais. Ele possui recursos que abrangem o ciclo completo do projeto e permite o trabalho integrado entre as disciplinas de instalações, utilizando o modelo IFC para interoperabilidade. Ele permite modelar, dimensionar, detalhar, gerar relatórios e quantitativos de projetos complementares de hidrossanitário, elétrico, fotovoltaico, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado, climatização e alvenaria estrutural (ALTOQI, 2023). O software possui uma interface otimizada para a modelagem de projetos complementares, contando com diversas funcionalidades intuitivas para auxiliar no lançamento e demais operações, conforme a figura 2.

**Figura 2 – Interface do QiBuilder**



Fonte: do autor (2023).

Ao todo, são 162 recursos e 8 disciplinas de projetos complementares que o programa dispõe. O QiBuilder oferece:

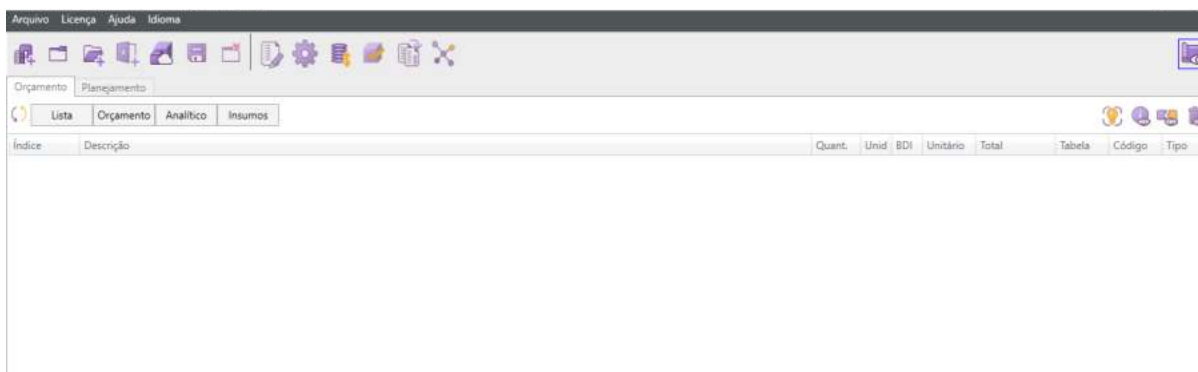
Recursos para permitir que diversas etapas de elaboração do projeto sejam automatizadas. Lançamento automático, definição automatizada da declividade da rede sanitária e eliminação de sobreposição da fiação elétrica são apenas alguns dos recursos. (ALTOQI, 2023)

O QiBuilder apresenta, ainda, integração com outro software da AltoQi, o QiVisus, voltado para orçamentação e planejamento. Assim, é possível modelar os projetos no QiBuilder e extrair os quantitativos de forma automática no QiVisus.

### 2.5.2 Software QiVisus

O QiVisus é o software BIM da empresa AltoQi voltado para o planejamento (BIM 4D) e orçamento (BIM 5D) de obras. O software QiVisus realiza a extração automática e paramétrica dos quantitativos dos projetos. Além disso, ele permite elaborar o orçamento com base em diversas referências de composições de custo e insumos, tais como SINAPI e SICRO. O QiVisus ainda oferece a opção de importar sua própria base de referência para o orçamento. Ele é desenvolvido no conceito *OpenBIM*, sendo capaz de receber modelos em formato IFC provenientes de qualquer software BIM. Além disso, também é possível trabalhar com a importação de planilhas de quantitativos, permitindo o uso híbrido em conjunto com os arquivos IFC (ALTOQI, 2023). O software conta com recursos e funcionalidades intuitivas que simplificam o processo de orçamentação, conforme a figura 3.

**Figura 3 – Interface do QiVisus**



Fonte: do autor (2023).

### 3 MÉTODO

O processo da pesquisa se deu início com a revisão bibliográfica com foco nos tópicos referentes à extração automática de quantitativos a partir da modelagem BIM de projetos complementares de uma obra pública. Para tanto, utilizou-se documentos em base de dados disponíveis online, compostos por artigos, monografias, teses, dissertações e livros sobre os temas.

A estratégia de metodologia adotada foi a investigação a partir de um estudo de caso, escolhendo uma obra pública como objeto de estudo. De acordo com Zanella (2011, p. 38), o estudo de caso é um “estudo exaustivo de um ou poucos objetos de pesquisa, de maneira a permitir o aprofundamento do seu conhecimento”. A amplitude do estudo de caso é pequena, mas por buscarem conhecer a realidade, têm grande profundidade.

O objetivo do estudo de caso da presente pesquisa foi aplicar a modelagem em BIM em um objeto de estudo, no caso os projetos complementares da obra pública escolhida, a fim de se extrair automaticamente os quantitativos e assim poder comparar os resultados com um levantamento já existente feito a partir da metodologia tradicional, no CAD.

Os softwares utilizados foram o QiBuilder, voltado para a modelagem de projetos complementares em BIM, e o QiVisus, utilizado para orçamento, que se integra ao fluxo de desenvolvimento de projetos BIM e permite a extração automática de quantitativos a partir de modelos extraídos do QiBuilder. Ambos são da empresa catarinense desenvolvedora de softwares para engenharia civil, a AltoQi. Além desses softwares, utilizou-se o AutoCAD, da empresa americana Autodesk, no qual foi possível ler os projetos 2D em CAD, o Microsoft Excel, para leitura das planilhas eletrônicas, e o Microsoft Word, para leitura dos memoriais e especificações.

O critério de escolha do órgão público para obtenção dos projetos e levantamento de quantitativos se deu por conta do contato próximo com os profissionais do TJSC, onde o autor realizou estágio profissionalizante.

Para escolher a obra a ser estudada, a decisão se baseou nos critérios de que a obra precisa ter os projetos complementares, elétrico e hidrossanitário, e o levantamento de quantitativos finalizados. Além disso, procurou-se escolher uma

obra com metragem e complexidade adequadas para sua modelagem em tempo hábil para a elaboração do trabalho. Por limitação de tempo, decidiu-se realizar a modelagem dos projetos complementares elétrico e sanitário.

Já o critério de escolha dos softwares utilizados levou em consideração a disponibilidade de acesso e facilidade no uso por parte do autor, que realiza estágio profissionalizante na empresa AltoQi, desenvolvedora dos softwares. O orçamento do projeto elétrico e do sanitário elaborados e disponibilizados pelo TJSC estão presentes no anexo A e no anexo B, respectivamente.

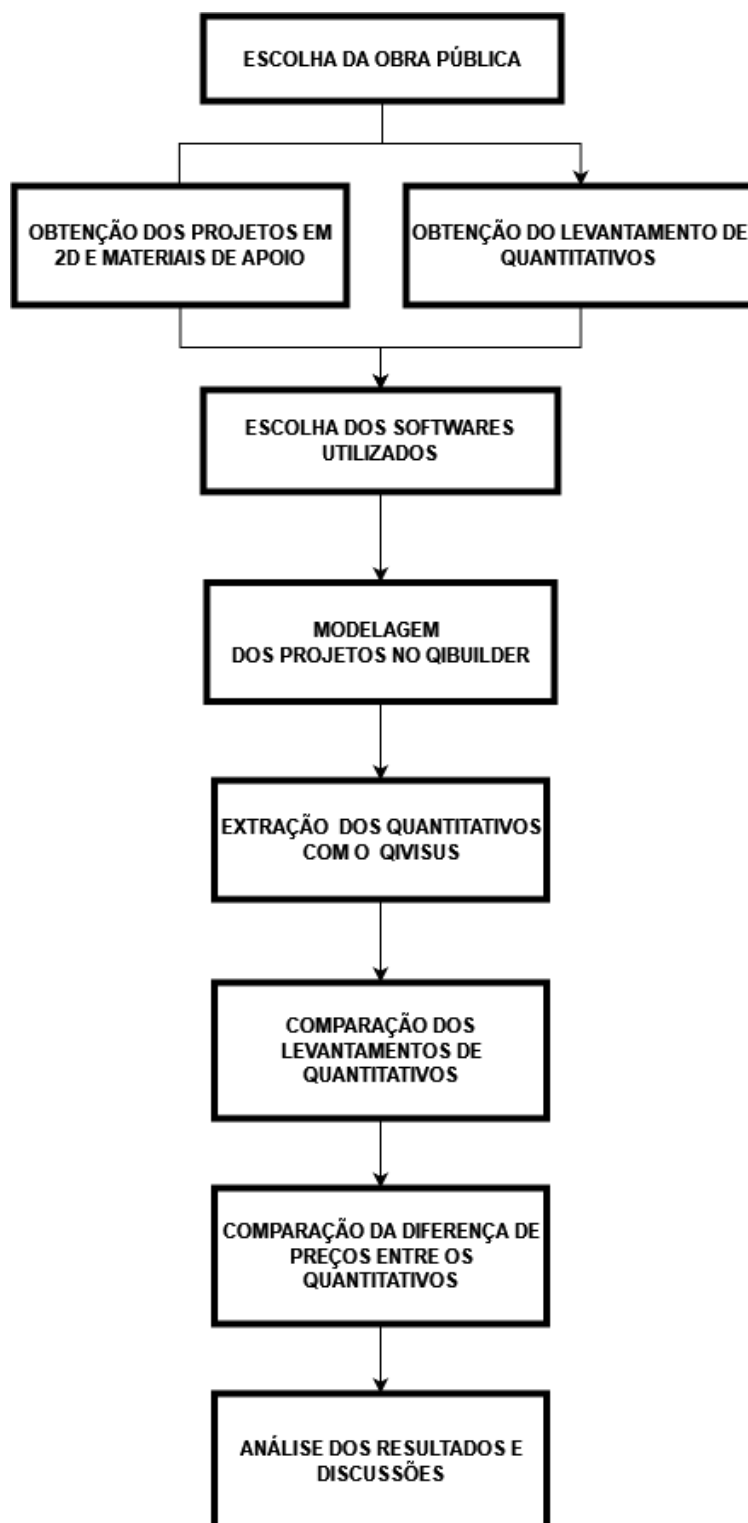
A fim de se atingir os objetivos propostos, a partir metodologia adotada para a elaboração do presente trabalho, desenvolveu-se as etapas conforme a seguinte ordem:

- a) Escolha, juntamente com os engenheiros da Seção de Orçamentos e Custos da comarca de Florianópolis do TJSC, da obra pública que será o objeto de estudo do trabalho;
- b) Obtenção dos projetos complementares, elétrico e hidrossanitário, em 2D, elaborados no software AutoCAD, diretamente com o TJSC;
- c) Obtenção, diretamente com o TJSC, do levantamento de quantitativos dos projetos complementares, elétrico e hidrossanitário, em formato de planilha eletrônica;
- d) Obtenção de outros arquivos, como memoriais descritivos e projeto arquitetônico, diretamente com o TJSC, que auxiliaram na modelagem dos projetos complementares em BIM;
- e) Escolha dos softwares utilizados para a modelagem em BIM dos projetos e para a extração dos quantitativos;
- f) Modelagem em BIM dos projetos complementares, elétrico e sanitário, no software QiBuilder;
- g) Extração do levantamento de quantitativos dos projetos complementares, elétrico e sanitário, de maneira automática no software QiVisus a partir dos modelos BIM elaborados no QiBuilder;
- h) Comparação e identificação das diferenças entres o levantamento de quantitativos obtido com o TJSC e o extraído a partir da modelagem BIM;

- i) Verificação da diferença de preços, utilizando como referência os preços unitários disponibilizados pelo TJSC, dos quantitativos extraídos manualmente com os extraídos automaticamente em BIM;
- j) Análise dos resultados obtidos e discussões.

As etapas descritas nos tópicos anteriores estão resumidas no fluxograma representado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia



Fonte: do autor (2022).

Os procedimentos para obtenção dos resultados foram organizados em ordem de execução, sendo assim divididos em cinco etapas. A primeira delas é a modelagem do projeto elétrico no software QiBuilder. A segunda etapa é a

modelagem do projeto sanitário no software QiBuilder. A terceira etapa é a extração dos quantitativos dos projetos elétrico e sanitário no software QiVisus. A penúltima etapa é a de tratamento dos dados e comparação entre o levantamento de quantitativos obtido com o TJSC, que foi feito manualmente, com os extraídos automaticamente em BIM. Já a última etapa é o comparativo de preços dos projetos complementares modelados em BIM com os realizados de maneira tradicional fornecidos pelo TJSC.

### **3.1 A edificação**

A edificação que será objeto de estudo do trabalho é uma construção térrea de alvenaria que serve como Casa de Cidadania do Tribunal de Justiça de Santa Catarina, localizado em uma cidade na região da Grande Florianópolis. Por pedido do TJSC, a localização exata e alguns dados sobre a obra não serão apresentados.

A área construída da obra é de 408,55 m<sup>2</sup>. A planta baixa do projeto arquitetônico está representada na Figura 5.

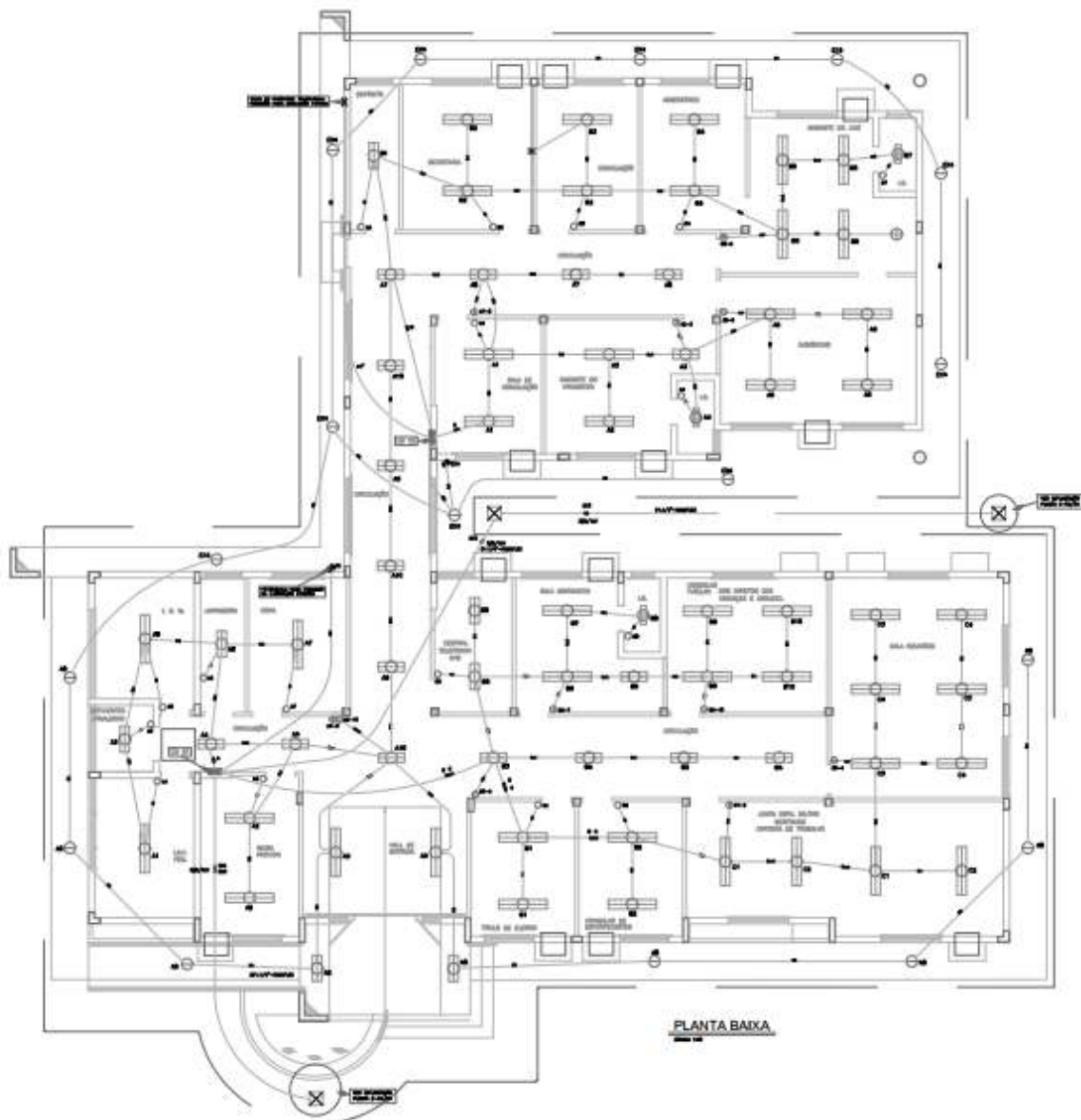
**Figura 5 – Planta Baixa Arquitetônica**

Fonte: adaptado de TJSC (2023).

### 3.2 O projeto elétrico

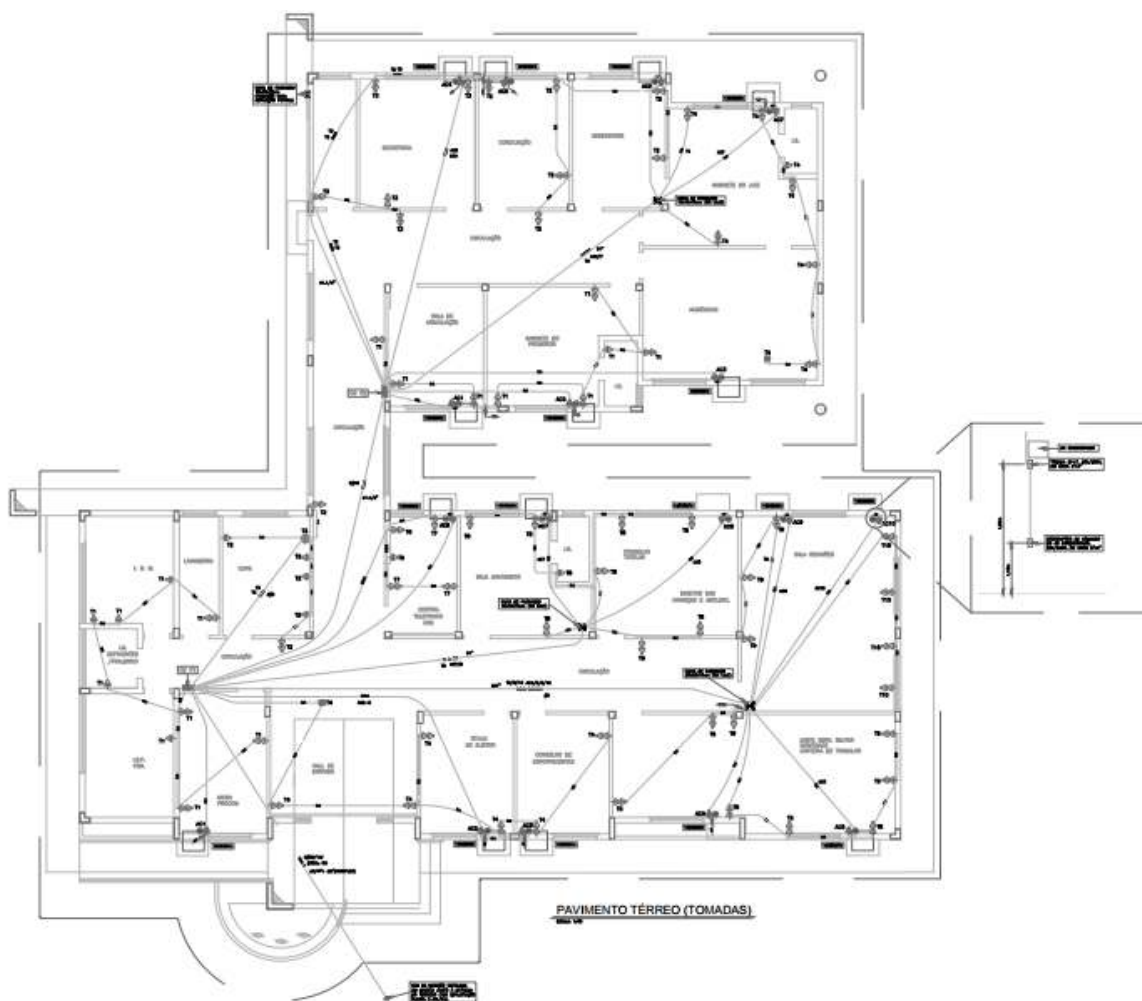
O projeto elétrico da obra, obtido com o TJSC, foi dividido em duas plantas 2D, uma para o lançamento dos elementos de iluminação, como as luminárias, e outra para o lançamento dos elementos de força, como as tomadas. Nas plantas, elaboradas no AutoCAD, constam as informações sobre alturas e posições dos lançamentos, bem como informações de cada elemento, dos circuitos e demais componentes. A planta de iluminação está representada na figura 6, também presente no anexo C.

Figura 6 – Planta Baixa Elétrico Iluminação



Fonte: adaptado de TJSC (2023).

Já a planta baixa do projeto elétrico referente aos elementos de força está representada na figura 7, também presente no anexo D.

**Figura 7 – Planta Baixa Elétrico Força**

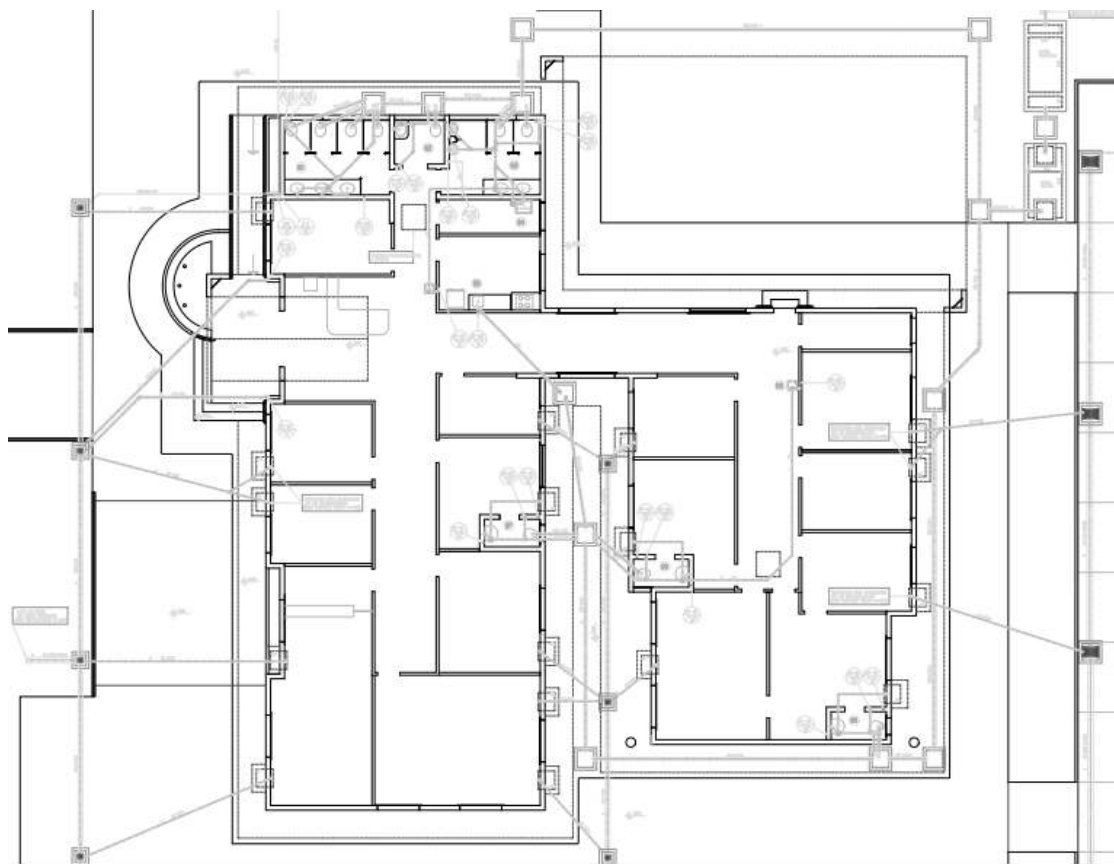
Fonte: adaptado de TJSC (2023).

Nos projetos constam legendas com as informações sobre os símbolos, alturas e descrições dos elementos elétricos.

### 3.3 O projeto sanitário

O projeto sanitário da obra, obtido com o TJSC, foi dividido em duas plantas 2D, uma para a planta baixa com os elementos dentro da edificação e outra para a implantação com as unidades de tratamento e elementos externos. Nas plantas, elaboradas no AutoCAD, constam as informações sobre alturas e posições dos lançamentos. A planta baixa está representada na figura 8, também presente no anexo E.

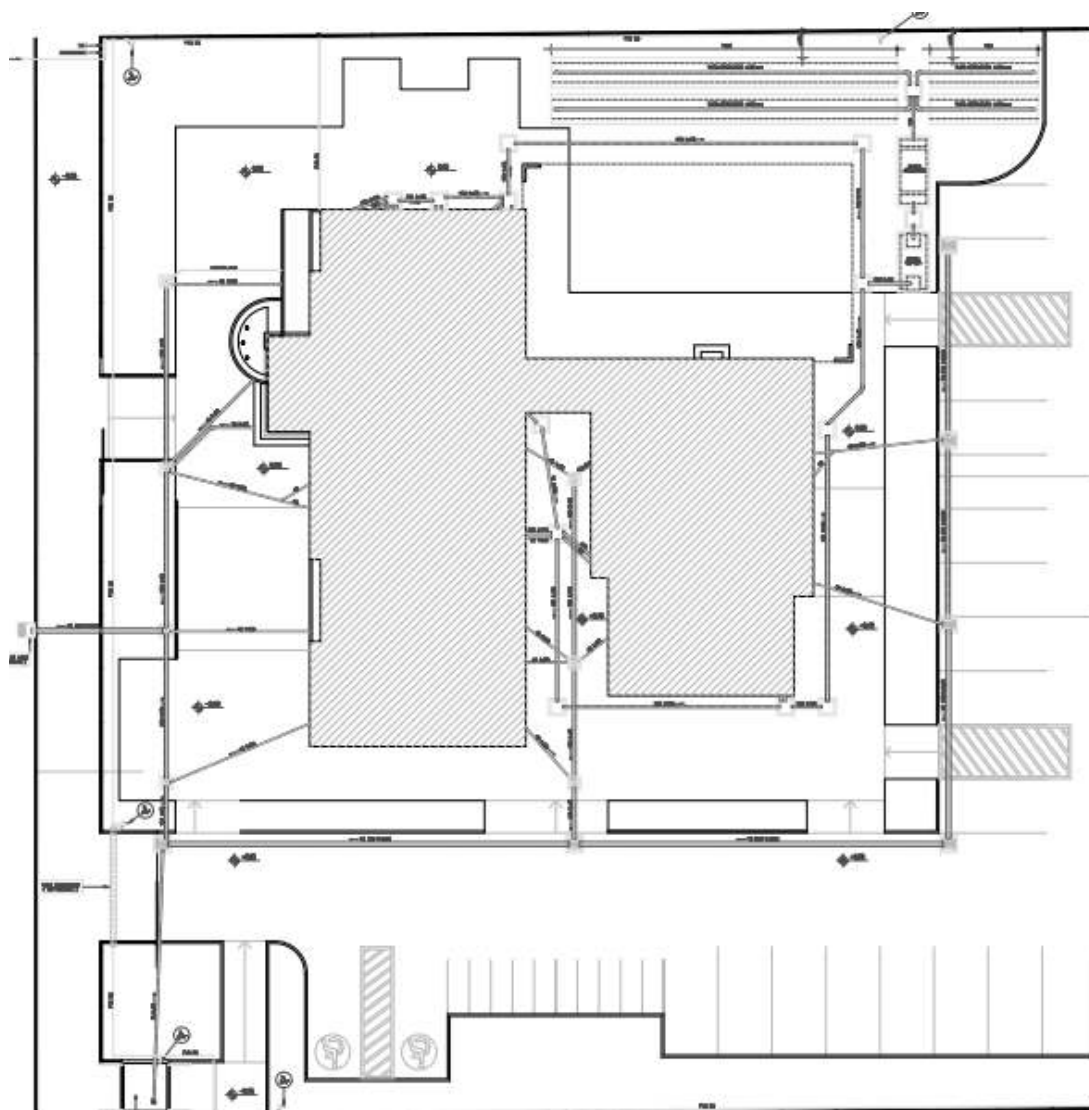
**Figura 8 – Planta baixa projeto sanitário**



Fonte: adaptado de TJSC. (2023).

Já a planta de implantação com os elementos do exterior da edificação está representada na figura 9, também presente no anexo F.

Figura 9 – Planta de implantação projeto sanitário



Fonte: adaptado de TJSC. (2023).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O presente tópico tem como objetivo apresentar o procedimento realizado para a obtenção dos resultados finais do trabalho, bem como as considerações e constatações feitas nesse processo.

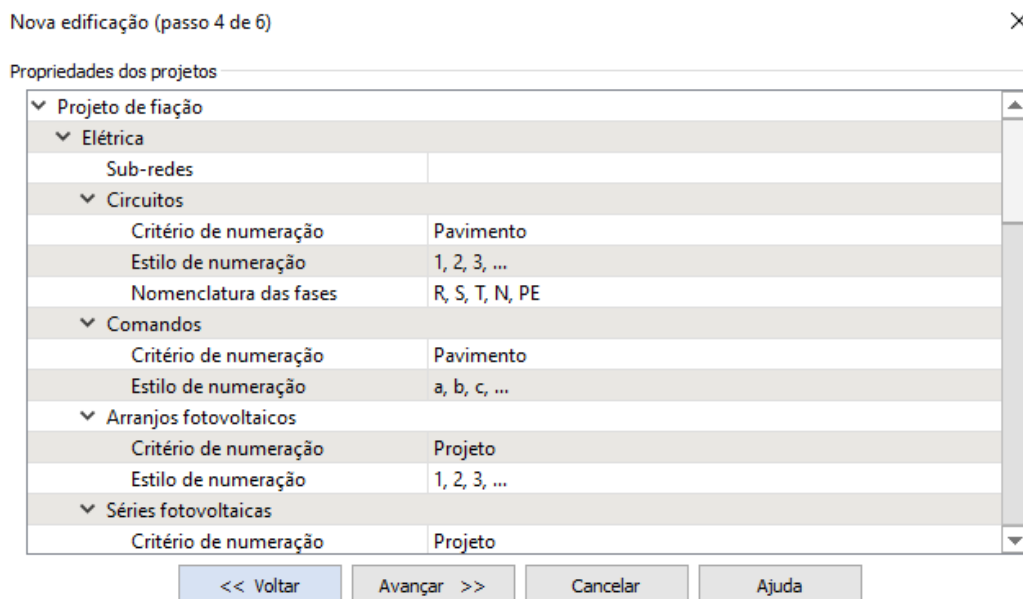
Os procedimentos foram organizados em ordem de execução, sendo assim divididos em cinco etapas. A primeira delas é a modelagem do projeto elétrico no software QiBuilder. A segunda etapa é a modelagem do projeto sanitário no software QiBuilder. A terceira etapa é a extração dos quantitativos dos projetos elétrico e sanitário no software QiVisus. A penúltima etapa é a de tratamento dos dados e comparação entre o levantamento de quantitativos obtido com o TJSC, que foi feito manualmente, com os extraídos automaticamente em BIM. Já a última etapa é o comparativo de preços dos projetos complementares modelados em BIM com os realizados de maneira tradicional fornecidos pelo TJSC.

### **4.1 Modelagem do projeto elétrico**

A modelagem em BIM do projeto elétrico foi realizada utilizando o software QiBuilder, que permitiu a criação de um modelo, uma representação tridimensional e com objetos paramétricos, com todos os elementos do projeto. O lançamento dos objetos foi realizado seguindo as informações e especificações presentes nas plantas dos projetos em 2D disponibilizados pelo TJSC.

Inicialmente, foi realizada a criação da edificação no QiBuilder. Como o projeto elétrico estava dividido em duas plantas, uma para os pontos de força e uma para iluminação, foram criadas duas edificações para facilitar o lançamento. O software disponibiliza alguns critérios, como de dimensionamento, e definições padrões, conforme a figura 10.

**Figura 10 – Configurações do projeto elétrico no QiBuilder**



Fonte: do autor. (2023).

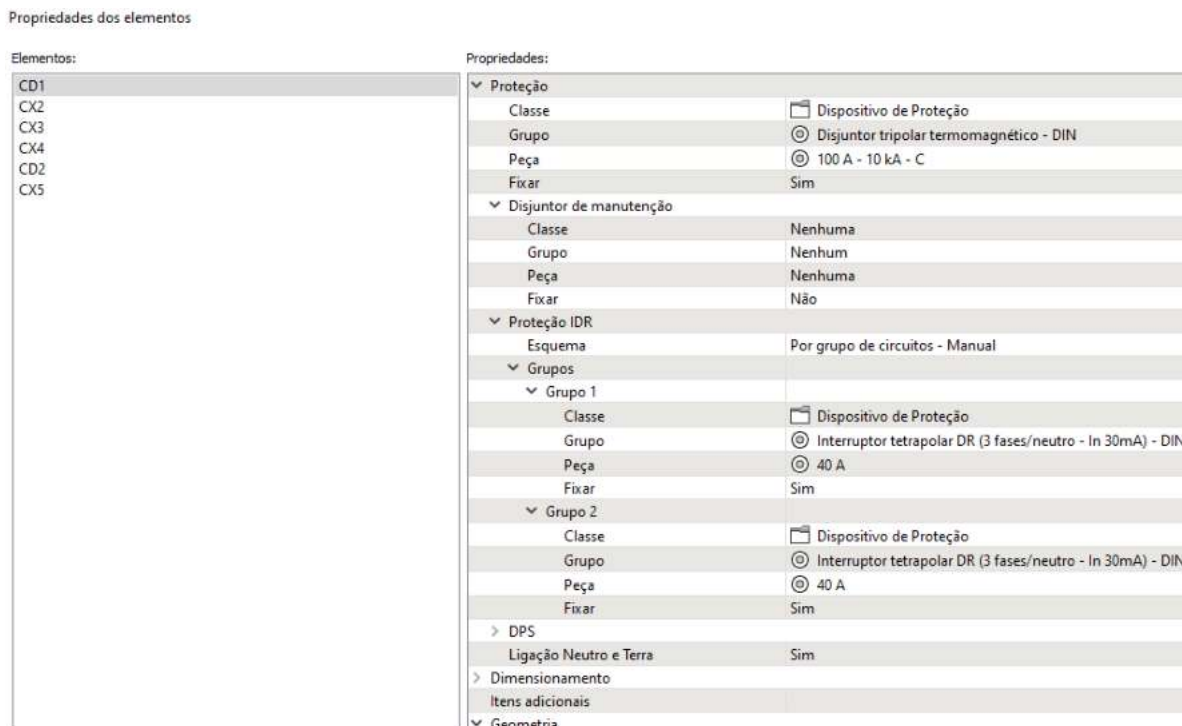
Essas configurações foram mantidas já que não alteram a questão dos quantitativos, que é o objetivo do trabalho. Depois, definiu-se a quantidade de pavimentos, que no caso desse projeto é apenas um, já que a edificação é térrea. Foi definida ainda a altura do pavimento, que é de 296 centímetros, a qual foi obtida a partir de cotas nos cortes do projeto arquitetônico disponibilizado pelo TJSC. Esse dado da altura é relevante e precisou ser incluído pois é com ele que o software calcula os comprimentos de lançamento dos elementos como, por exemplo, os eletrodutos.

Em seguida, foram importadas para o QiBuilder a planta da parte de iluminação do projeto elétrico fornecida pelo TJSC, que estava disponível no formato 2D, em arquivo .cad. Para facilitar a visualização das informações relevantes para a modelagem, foi realizado um tratamento nos projetos em 2D, utilizando o software AutoCAD, com o objetivo de eliminar elementos desnecessários.

A partir disso, utilizando o projeto importado como referência para a posição dos objetos, deu-se início ao lançamento dos elementos do projeto de iluminação. O software já apresenta alguns elementos, como luminárias, interruptores, eletrodutos e quadros pré-configurados. Os primeiros elementos lançados foram os quadros de distribuição CD1 e CD2. Para garantir que os disjuntores e circuitos estivessem corretos, foi consultado o diagrama unifilar em 2D

disponibilizado pelo TJSC. Nas propriedades dos quadros lançados, foram modificadas apenas as informações relevantes para a extração do levantamento de quantitativos, que nesse caso é a descrição do tamanho e material dos quadros, bem como os disjuntores presentes neles, conforme a figura 11.

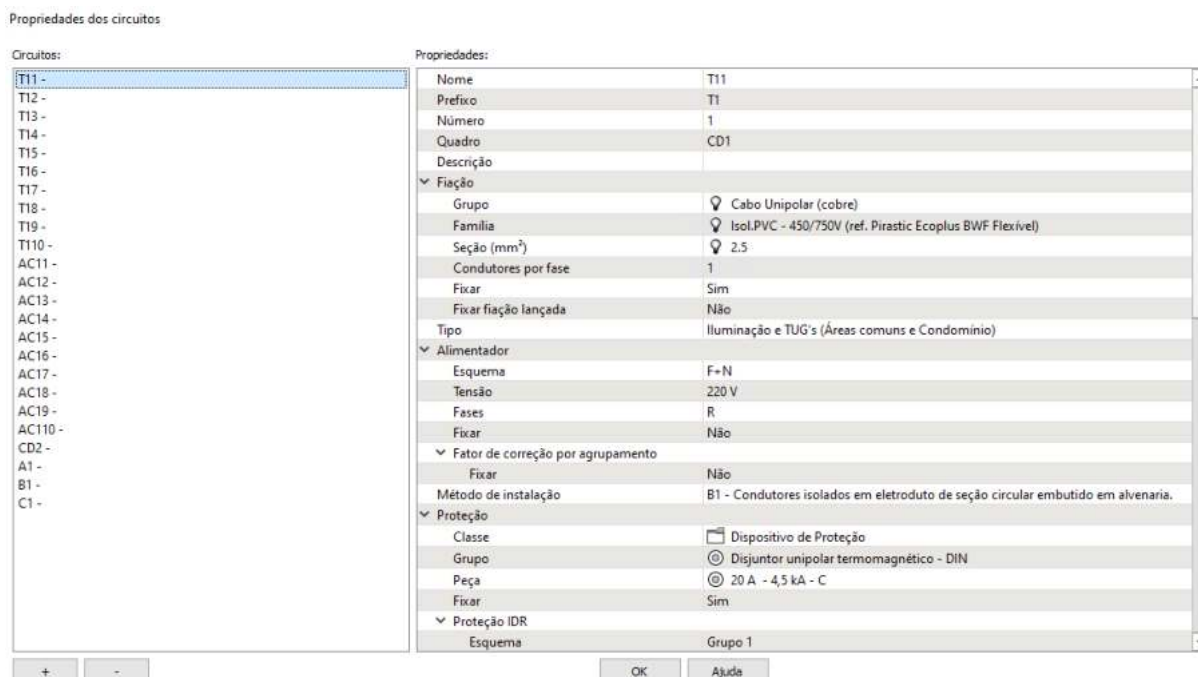
**Figura 11 – Configurações dos quadros de distribuição**



Fonte: do autor. (2023).

Depois, com os quadros já lançados, foram adicionados os circuitos e definidas as propriedades deles em cada quadro. As informações que foram modificadas nos circuitos adicionados foram apenas as da seção dos condutores, o esquema de alimentação, bifásico, e o disjuntor presente em cada circuito, já que o restante estava pré configurado pelo software e não influencia nos quantitativos. A figura 12 mostra como exemplo o circuito T11 com seus disjuntores e demais configurações.

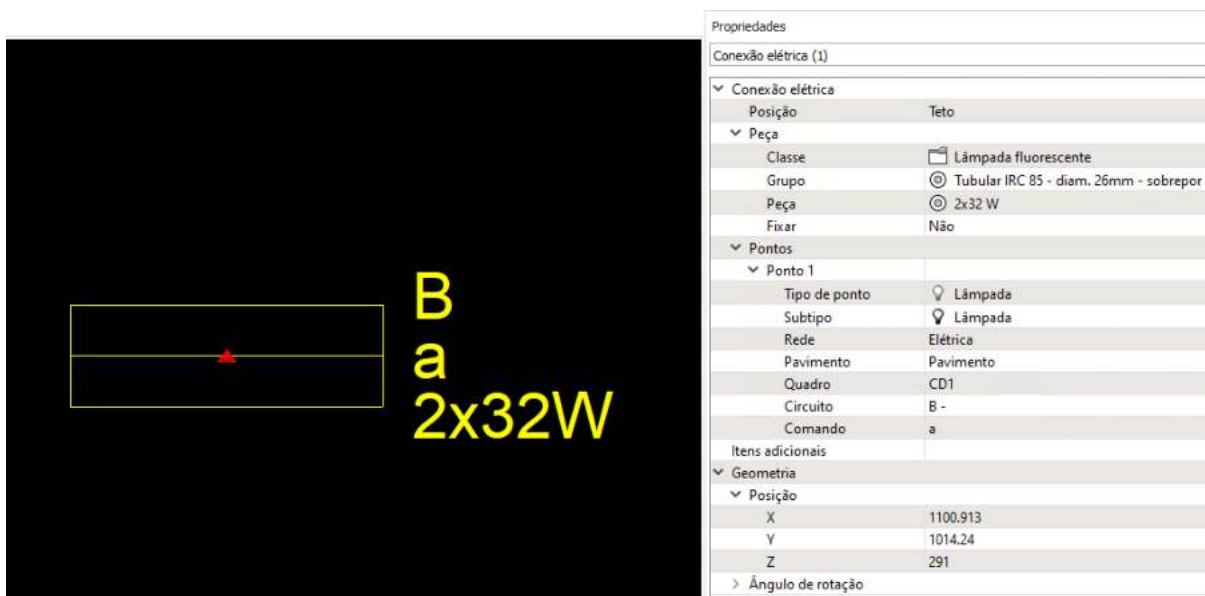
**Figura 12 – Configurações dos circuitos elétricos**



Fonte: do autor. (2023).

A partir disso, iniciou-se o lançamento das luminárias, seguindo as posições, as alturas e especificações presentes na planta importada. Para esse lançamento, o software também já conta com algumas opções de luminárias pré-definidas, as quais foram utilizadas mas com algumas modificações para garantir que na extração do quantitativo a descrição das luminárias e também os itens presentes nelas, como as lâmpadas e caixas de PVC, fossem condizentes com as especificações no projeto. Como exemplo, a figura 13 mostra as propriedades que foram alteradas das luminárias duplas de 32W, que se repetem várias vezes no projeto.

**Figura 13 – Configurações das luminárias de 32W**

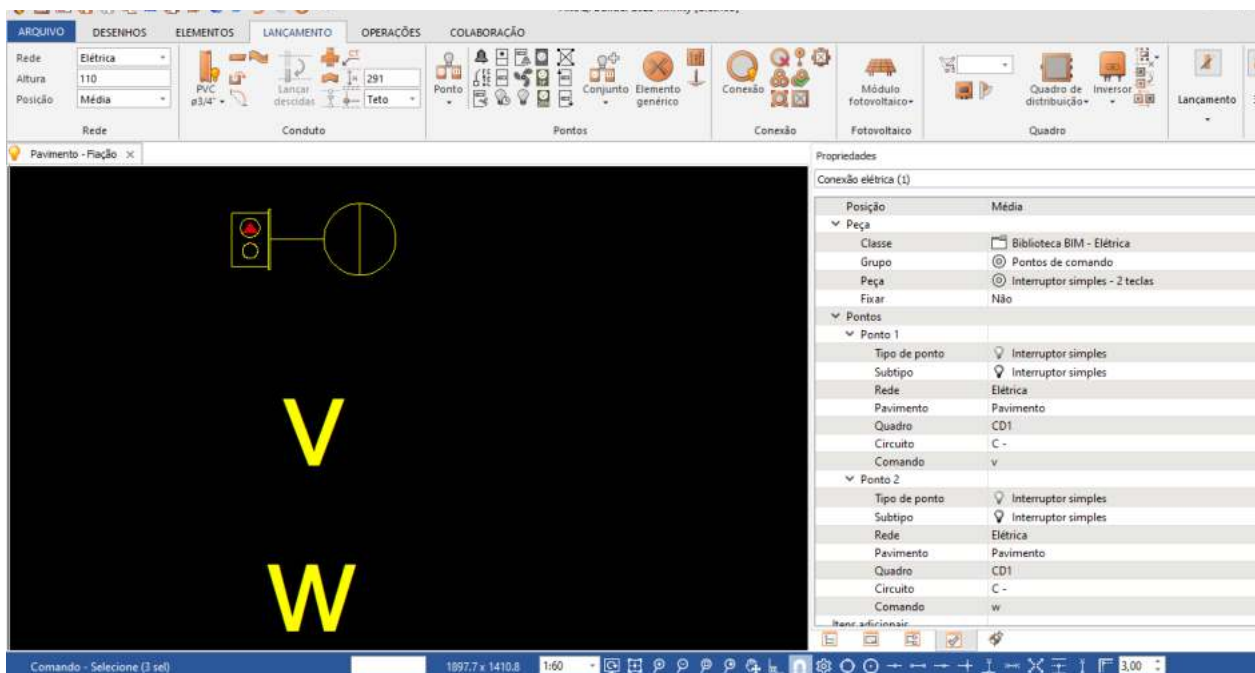


Fonte: do autor. (2023).

Essas modificações também foram feitas para as demais luminárias e caixas de passagem presentes no projeto, que foram lançadas em seguida. Assim, não foi preciso criar nenhuma luminária ou caixa nova no programa, apenas editar algumas informações das já existentes.

Depois do lançamento das luminárias e caixas de passagem, passou-se para o lançamento dos interruptores, com as alturas e especificações conforme o projeto original. Nessa etapa também foram utilizados interruptores já existentes no programa, com apenas algumas modificações nos dados dos interruptores, conforme a figura 14.

**Figura 14 – Configurações dos interruptores**



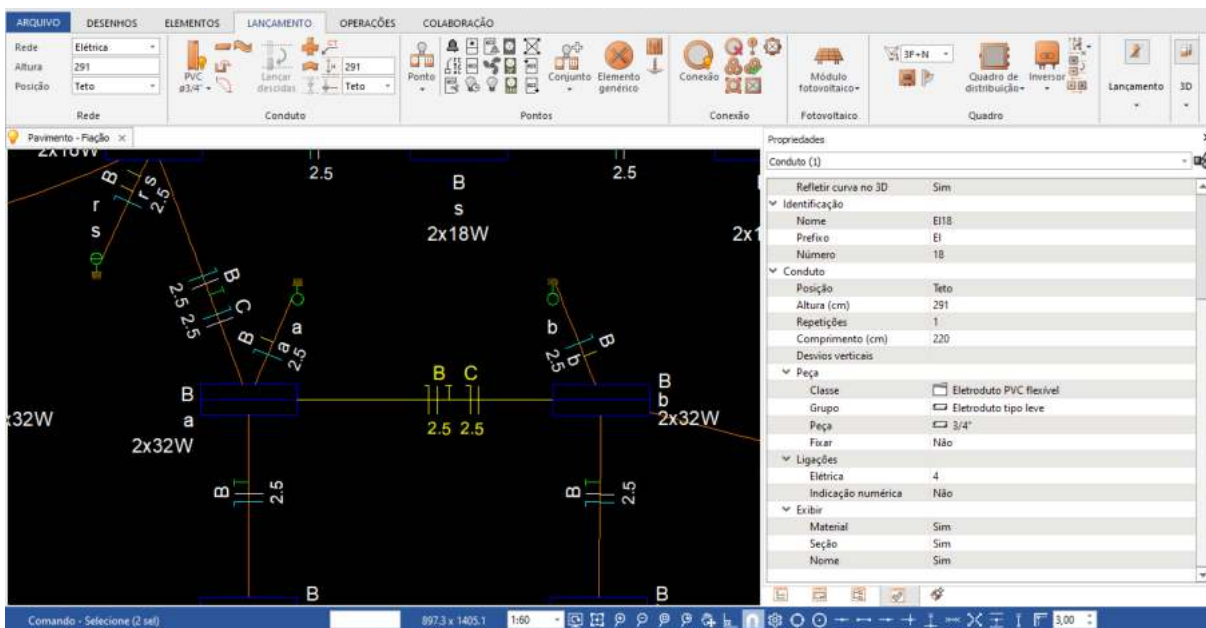
Fonte: do autor. (2023).

Com isso, foi possível criar o caminho dos eletrodutos. A dimensão dos eletrodutos lançados foram conforme as indicadas no projeto, bem como a informação se eles seriam lançados por dentro da parede, pela laje ou pelo piso. O traçado dos eletrodutos seguiu o mesmo que o do projeto, presente na planta importada, com pequenas alterações que decorrem da diferença entre as maneiras de definir as curvas do AutoCAD para o QiBuilder.

Com todo o lançamento dos elementos realizado, o próximo passo foi definir os circuitos e comandos dos elementos. Para isso, utilizou-se uma funcionalidade do software que permite definir circuitos e comandos, de maneira com que cada objeto tivesse seu circuito e comandos dos interruptores e luminárias definidos conforme o projeto.

Por último, com todo o lançamento e definição dos circuitos já finalizados, foi realizada a passagem da fiação pelos eletrodutos. O lançamento da fiação seguiu o especificado em indicações dos eletrodutos da planta do projeto. Na figura 15 fica exemplificado a fiação lançada em alguns eletrodutos do projeto, em que é mostrado os símbolos dos condutos fase, neutro e terra, a seção do condutor e o circuito dele.

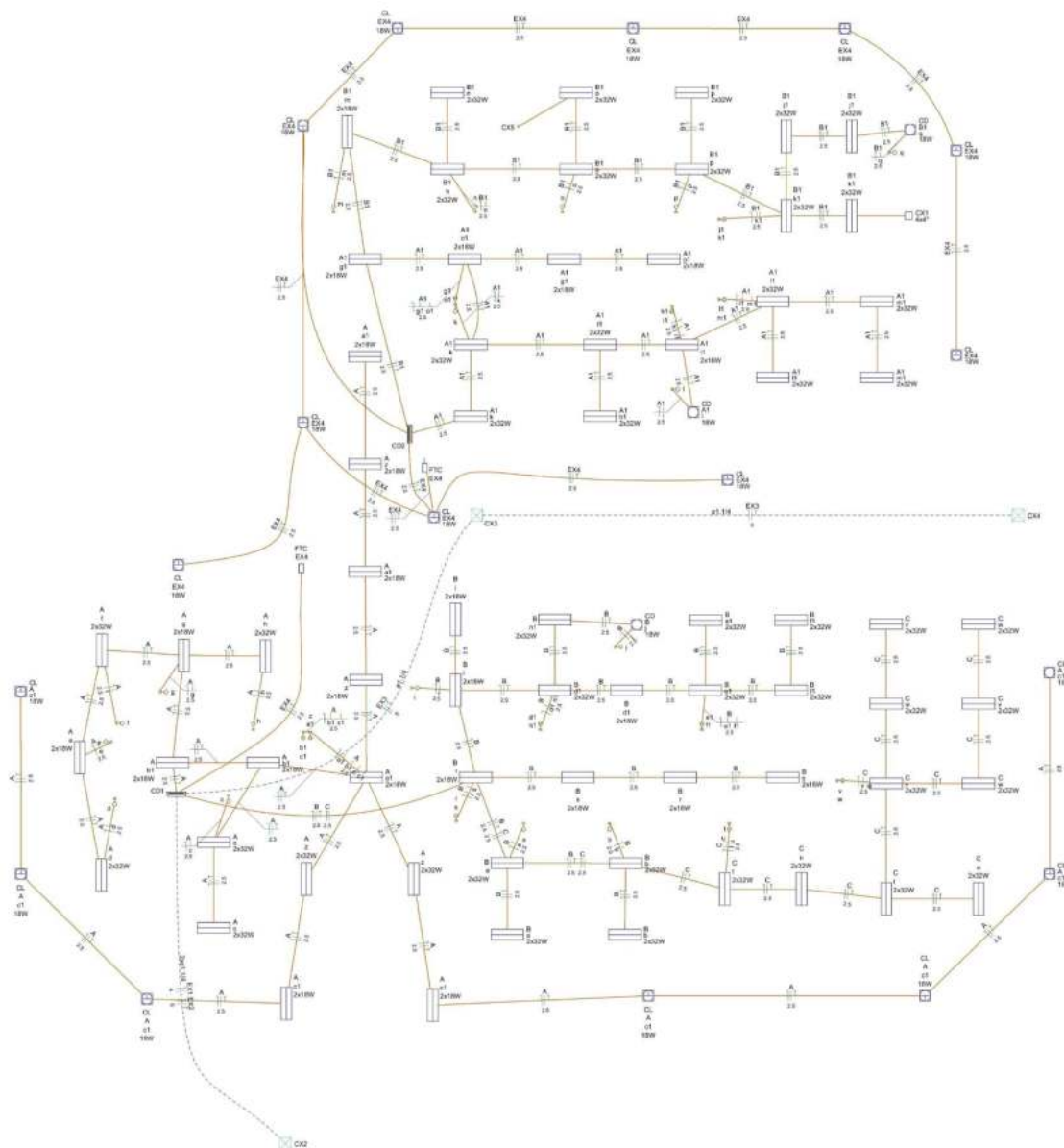
Figura 15 – Configurações dos eletrodutos



Fonte: do autor. (2023).

Ao fim da modelagem da parte de iluminação do projeto elétrico, o resultado final está apresentado na figura 16, também presente no apêndice A.

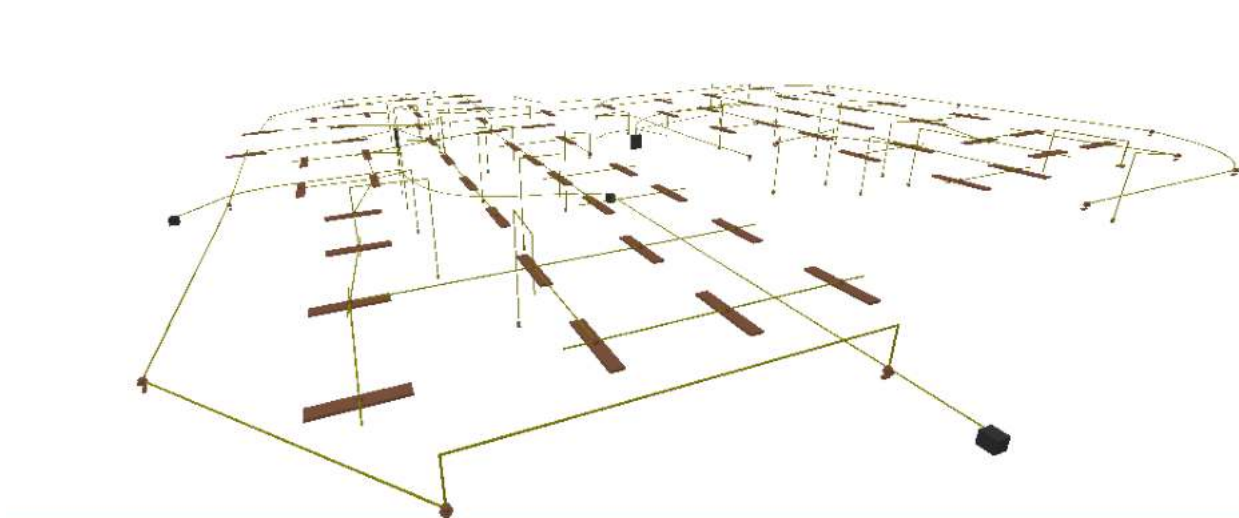
Figura 16 – Planta da modelagem em BIM da parte de iluminação do projeto elétrico



Fonte: do autor. (2023).

O software gerou ainda, automaticamente, um modelo tridimensional dos elementos lançados, com as alturas, dimensões e demais características, apresentado na figura 17.

**Figura 17 – Modelo tridimensional da modelagem da parte de iluminação do projeto elétrico**

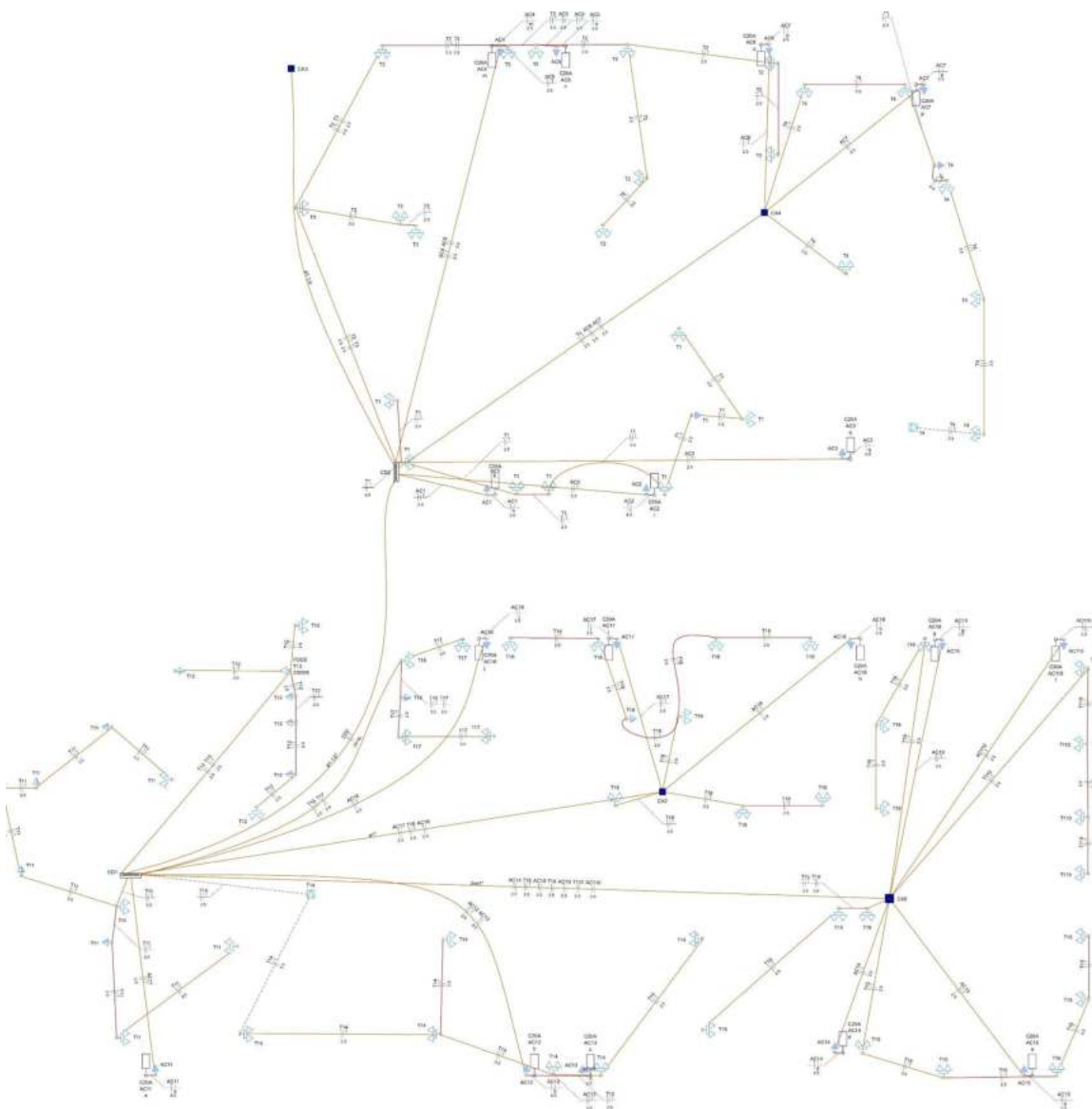


Fonte: do autor. (2023).

Terminada a modelagem da parte de iluminação do projeto, seguiu-se para o lançamento dos pontos de força, na outra edificação que foi criada no início. O procedimento foi praticamente o mesmo que o realizado para a iluminação, começando pela importação da planta de força do projeto elétrico para servir de referência e daí partindo para o lançamento dos quadros, a criação dos circuitos e depois o lançamento de cada elemento, como as tomadas, seguido do traçado dos eletrodutos e a passagem da fiação.

Assim como na parte da iluminação, no lançamento dos pontos de força não foi criado nenhum objeto novo, apenas modificadas as propriedades de elementos já definidos no software. Ao fim da modelagem da parte de força do projeto elétrico, o resultado final é apresentado na figura 18, também presente no apêndice B.

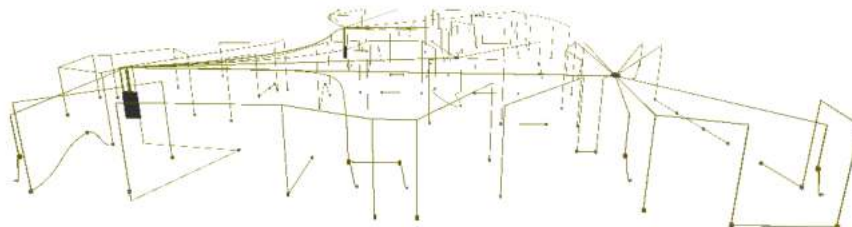
Figura 18 – Planta da modelagem em BIM da parte de força do projeto elétrico



Fonte: do autor. (2023).

Assim como na modelagem de iluminação, o software gerou, automaticamente, um modelo tridimensional dos elementos lançados, com as alturas, dimensões e demais características, representado na figura 19.

**Figura 19 – Representação tridimensional da modelagem da parte de força do projeto elétrico**



Fonte: do autor. (2023).

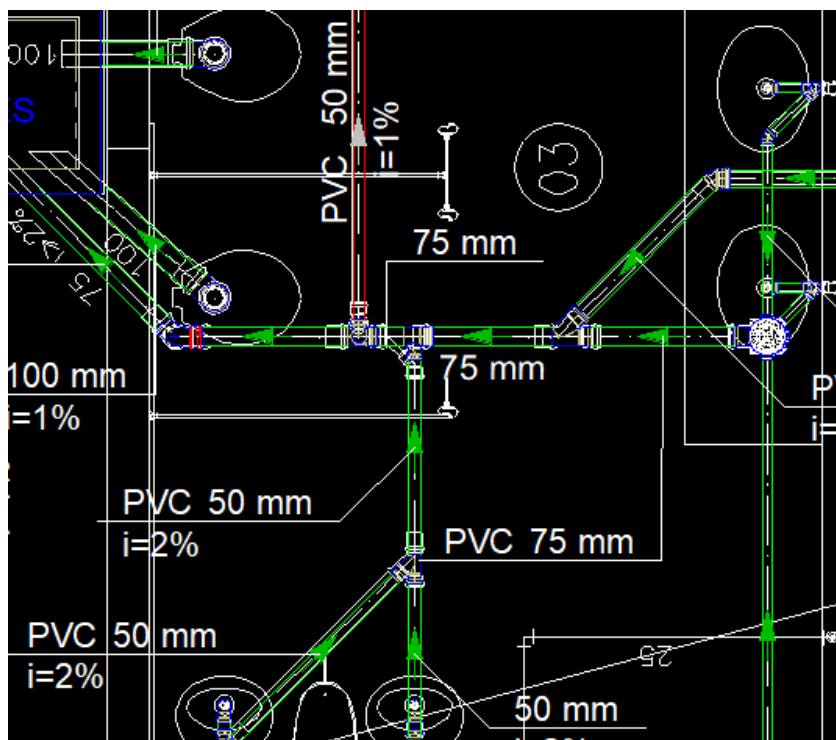
## **4.2 Modelagem do projeto sanitário**

A modelagem em BIM do projeto sanitário também foi realizada utilizando o software QiBuilder, que permitiu a criação do modelo tridimensional com objetos paramétricos de todos os elementos do projeto. O lançamento dos aparelhos, tubos e conexões foi realizado seguindo as informações e especificações presentes nas plantas dos projetos em 2D disponibilizados pelo TJSC.

O primeiro passo foi realizar a criação da edificação no QiBuilder. O software disponibiliza alguns critérios, como de dimensionamento, e definições padrões que foram mantidos já que não são relevantes para a etapa da extração de quantitativos.

Em seguida, foi importada a planta do projeto sanitário para servir de referência para o lançamento e iniciou-se a modelagem pelo lançamento dos aparelhos sanitários. O software já disponibiliza alguns aparelhos pré-configurados, por isso não foi necessário criar nenhum elemento novo. Foram lançados os vasos sanitários, os lavatórios e a pia, respeitando os diâmetros de saída e devidas alturas que constam no projeto e as posições presentes na planta de referência importada. A figura 20 mostra o lançamento dos aparelhos, tubos e conexões em um dos banheiros da edificação.

Figura 20 – Aparelhos sanitários, tubos e conexões de um banheiro

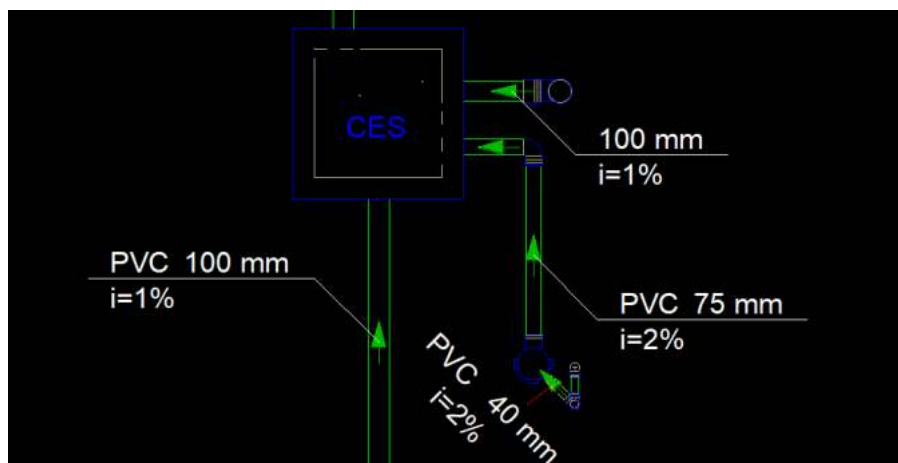


Fonte: do autor. (2023).

Após isso, passou-se para o lançamento das caixas de inspeção, caixas sifonadas, caixas de areia, caixa de gordura e ralos secos de acordo com suas localizações na planta.

Com todos os elementos lançados, o próximo passo foi lançar a tubulação, com o material, diâmetros e inclinações presentes na planta importada. Na figura 23 está representado o lançamento de uma tubulação de PVC de 100 milímetros saindo do vaso sanitário até uma das caixas de inspeção, bem como um lavatório com um tubo de 40 milímetros indo até uma caixa sifonada e depois uma tubulação de 75 milímetros indo da caixa sifonada até a caixa de inspeção.

Figura 21 – Lançamento de tubos, aparelhos e caixas



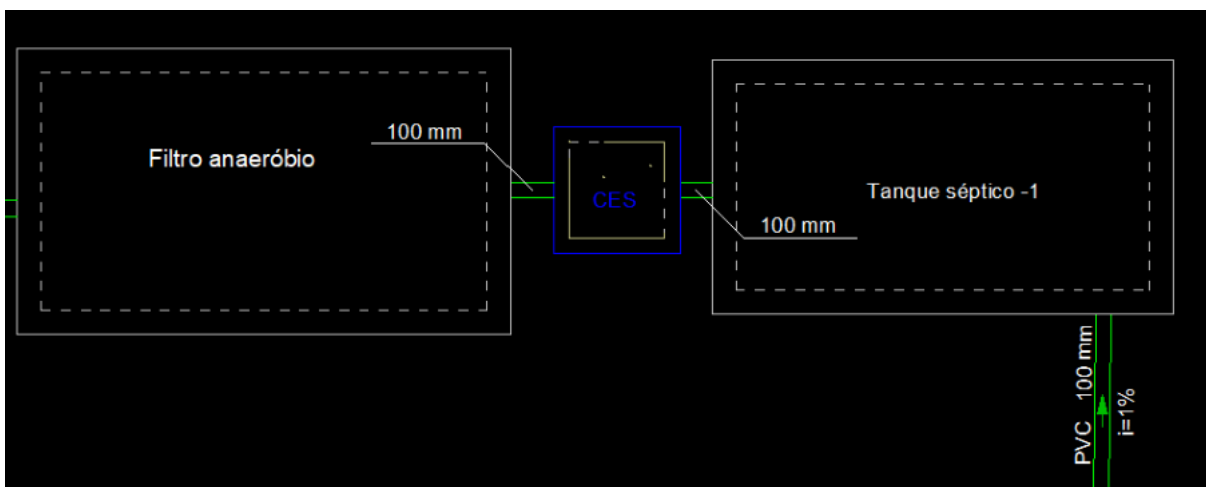
Fonte: do autor. (2023).

No projeto constavam também algumas tubulações para drenagem do ar condicionado e provenientes de calhas pluviais. Assim, esses tubos foram lançados e ligados nas respectivas caixas sifonadas ou de areia, conforme o projeto.

Em seguida, foi feito o lançamento da parte de ventilação, lançando os ramais de ventilação e as colunas, que foram estendidas até o topo do pavimento. Com todos os aparelhos, tubulações e demais elementos lançados, foram definidas as conexões de ligação que ficaram faltando, como os joelhos e curvas. O software disponibiliza algumas conexões prontas que foram utilizadas para essa modelagem, respeitando os diâmetros e tipos de conexão conforme o projeto e a planta.

Por último, foi feito o lançamento das unidades de tratamento, as quais também já existiam no cadastro do software, sendo necessário apenas modificar as dimensões da fossa e do filtro anaeróbio. A figura 22 mostra as unidades lançadas no croqui.

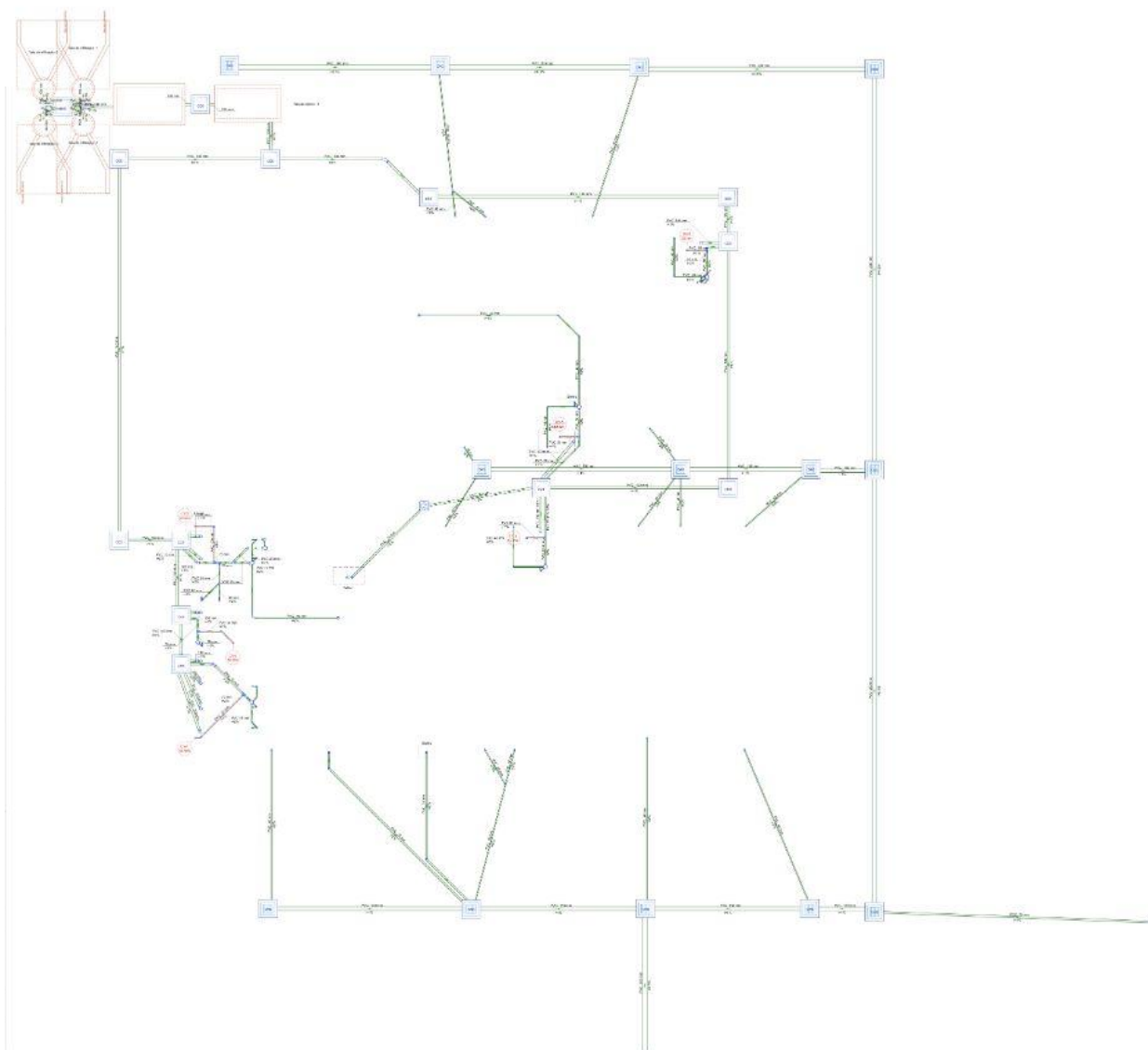
Figura 22 – Unidades de tratamento



Fonte: do autor. (2023).

Com isso, a modelagem do projeto sanitário foi finalizada, conforme representado na figura 23, também presente no apêndice C.

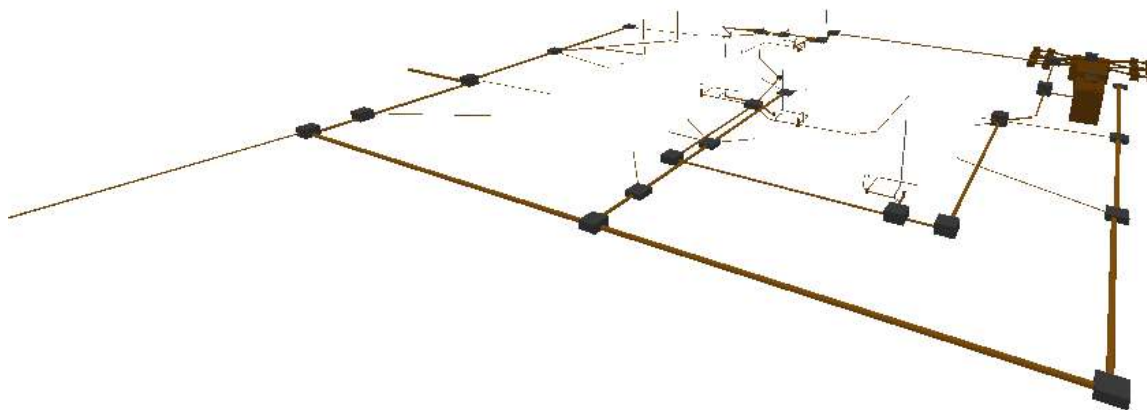
**Figura 23 – Planta da modelagem em BIM do projeto sanitário**



Fonte: do autor. (2023).

Ao fim da modelagem, o software gerou a representação tridimensional do projeto sanitário, apresentada na figura 24.

**Figura 24 – Representação tridimensional da modelagem do projeto sanitário**



Fonte: do autor. (2023).


### **4.3 Extração dos quantitativos dos projetos elétrico e sanitário**

A extração dos quantitativos dos projetos modelados em BIM foi feita de maneira automática utilizando o software QiVisus. O software permite exportar o quantitativo em planilhas no formato .xls.

Para importar os projetos para o software de orçamento foi preciso exportar os modelos criados no QiBuilder no formato .ifc. Assim, o software QiVisus foi capaz de analisar a modelagem 3D paramétrica e extrair os dados para gerar os quantitativos.

O levantamento de quantitativos do projeto elétrico extraído no QiVisus está representado no quadro 4.

Quadro 4 – Quantitativos do projeto elétrico

DADOS			
Título	QUANTITATIVO		
Obra	Casa da Cidadania		
Cliente	TJSC		
Cidade	-		
Endereço	-		
Descrição	Quantitativo projeto elétrico		
			
QUANTITATIVOS			
Item	Descrição	Unid.	Quantidade
<b>1.</b>	<b>Instalações</b>		
<b>1.1.</b>	<b>Pavimento</b>		
<b>1.1.1.</b>	<b>Caixa de distribuição elétrica</b>		
1.1.1.1	Disjuntor Tripolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 25 A - 4,5 kA	un	1,00
1.1.1.2	Disjuntor Tripolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 63 A - 4,5 kA	un	2,00
1.1.1.3	Disjuntor unipolar termomagnético - 380 V/220 V - DIN - Curva B - 32 A - 4,5 kA	un	1,00
1.1.1.4	Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 10 A - 4,5 kA	un	2,00
1.1.1.5	Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 16 A - 4,5 kA	un	6,00
1.1.1.6	Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 20 A - 4,5 kA	un	32,00
1.1.1.7	Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN - Curva C - 100 A - 4,5 kA	un	2,00
1.1.1.8	Interruptor tetrapolar DR - 3 fases/neutro - In 30mA - DIN - 40 A	un	3,00
1.1.1.9	Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj. geral - DIN - 100x60x14 cm	un	1,00
1.1.1.10	Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj. geral - DIN - 60x60x14 cm	un	1,00
<b>1.1.2.</b>	<b>Caixa de passagem</b>		
1.1.2.1	Caixa de passagem embutir, Aço pintada - 150x150x80 mm	un	3,00
1.1.2.2	Caixa de passagem embutir, Aço pintada - 200x200x100 mm	un	1,00
1.1.2.3	Placa 2x4" - Interruptor simples - 1 tecla	un	17,00
1.1.2.4	Placa 2x4" - Interruptor simples - 2 teclas	un	11,00
1.1.2.5	Placa 2x4" - Placa cega	un	1,00
1.1.2.6	Placa 4x4" - Placa cega	un	1,00
1.1.2.7	Caixa PVC octogonal - 3x3"	un	89,00
1.1.2.8	Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 10A (Piso)	un	2,00
1.1.2.9	Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2 - 2P+T 10A + 2P+T 20A (Caixa 4"x4")	un	63,00
1.1.2.10	Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 20A	un	30,00
1.1.2.12	Chave para condicionador ar - 20A	un	17,00
<b>1.1.3.</b>	<b>Iluminação</b>		
1.1.3.1	Relé fotoelétrico - fotocélula	un	2,00
1.1.3.2	Lâmpada fluorescente - Compacta - dupla - 18 W	un	6,00
1.1.3.3	Lâmpada fluorescente - Compacta - longa - 18W	un	17,00
1.1.3.4	Lâmpada fluorescente - Tubular IRC 85 - diam. 26mm - 18 W	un	48,00
1.1.3.5	Lâmpada fluorescente - Tubular IRC 85 - diam. 26mm - 32 W	un	90,00
1.1.3.6	Luminária sobrepor para fluoresc. tubular - 2x20 W	un	24,00
1.1.3.7	Luminária sobrepor para fluoresc. tubular - 2x40 W	un	45,00
1.1.3.8	Luminária sobrepor para fluorescente compacta - 1x18 W	un	20,00
<b>1.1.4.</b>	<b>Segmento de transporte de cabos</b>		
1.1.4.1	Cabo cobre - Isol.PVC 2.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	3227,60
1.1.4.2	Cabo cobre - Isol.PVC 6 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	116,60
1.1.4.3	Cabo cobre - Isol.PVC 16 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	232,20
1.1.4.4	Eletroduto PVC - 1"	m	54,30
1.1.4.5	Eletroduto PVC - 3/4"	m	908,10
1.1.4.6	Eletroduto PVC - 1.1/2"	m	15,50
1.1.4.7	Eletroduto PVC - 1.1/4"	m	62,90

Fonte: do autor. (2023).

Já o levantamento de quantitativos do projeto sanitário extraído no QiVisus está representado no quadro 5.

Quadro 5 – Quantitativos do projeto sanitário

DADOS			
Titulo	QUANTITATIVO		
Obra	Casa da Cidadania		
Ciente	TJSC		
Cidade	-		
Endereço	-		
Descrição	Quantitativo projeto elétrico		
QUANTITATIVOS			
Item	Descrição	Unid.	Quantidade
1.	Instalações		
1.1.	Pavimento		
1.1.1.	Encaixe de tubulação		
1.1.1.1	PVC Esgoto - Redução excêntrica - 75 mm - 50 mm (Prumada)	un	1,00
1.1.1.2	PVC Esgoto curva 45 longa - 100 mm	un	1,00
1.1.1.3	PVC Esgoto curva 90 curta - 50 mm	un	26,00
1.1.1.4	PVC Esgoto joelho 45° 40 mm	un	6,00
1.1.1.5	PVC Esgoto joelho 45° 50 mm	un	3,00
1.1.1.6	PVC Esgoto joelho 45° 75 mm	un	5,00
1.1.1.7	PVC Esgoto joelho 90° 100 mm	un	14,00
1.1.1.8	PVC Esgoto joelho 90° 40 mm	un	50,00
1.1.1.9	PVC Esgoto joelho 90° 75 mm	un	3,00
1.1.1.10	PVC Esgoto junção simples - 40 mm x 40 mm	un	2,00
1.1.1.11	PVC Esgoto junção simples - 50 mm - 50 mm	un	1,00
1.1.1.12	PVC Esgoto junção simples - 75 mm 75 mm	un	1,00
1.1.1.13	PVC Esgoto Tê sanitário 50 mm - 50 mm (Ventilação)	un	3,00
1.1.1.14	PVC Esgoto Tê sanitário 75 mm - 50 mm (Ventilação)	un	3,00
1.1.2.	Segmento de tubulação		
1.1.2.1	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 100 mm - 4"	m	69,30
1.1.2.2	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 150 mm - 6"	m	50,00
1.1.2.3	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 200 mm	m	66,60
1.1.2.4	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 40 mm	m	91,30
1.1.2.5	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 50 mm - 2"	m	40,10
1.1.2.6	PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 75 mm - 3"	m	50,40
1.1.3.	Sifão		
1.1.3.1	Caixa de gordura PVC - CG 30 cm	un	1,00
1.1.4.	Terminal de resíduos		
1.1.4.1	Caixa de areia pluvial com grelha - CAG- 60x60cm	un	13,00
1.1.4.2	Caixa de inspeção de esgoto sifonada - CES- 60x60 cm	un	13,00
1.1.4.3	Caixa sifonada - 150x150x50	un	3,00
1.1.4.4	Caixa sifonada - 150x185x75	un	5,00
1.1.4.5	Caixa Seca - 100x100x50mm	un	2,00

Fonte: do autor. (2023).

#### 4.4 Comparativo entre os quantitativos do modelo BIM e dos projetos 2D

Com os quantitativos extraídos manualmente a partir dos projetos 2D obtidos diretamente com o TJSC e os quantitativos extraídos automaticamente a partir da modelagem em BIM realizada, foi possível comparar os resultados entre eles. Para isso, foram elaboradas duas tabelas, uma para o projeto elétrico e outra para o sanitário, apresentando as quantidades obtidas pelo TJSC e as extraídas a partir da

modelagem em BIM, explicitando a diferença percentual entre as quantidades. No quadro 6 estão apresentadas as quantidades e diferenças entre os levantamentos de quantitativos do projeto elétrico.

Quadro 6 – Comparativo de quantitativos do projeto elétrico em BIM e fornecidos pelo TJSC

COMPARATIVO DE LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS BIM E MANUAL (TJSC) - PROJETO ELÉTRICO				
Descrição do material	Unid.	Quantidade (BIM)	Quantidade (TJSC/2D)	Diferença (%)
Disjuntor Tripolar Termomagnético - Curva C - 25 A - 4,5 kA	un	1,0	1,0	0,0%
Disjuntor Tripolar Termomagnético - Curva C - 63 A - 4,5 kA	un	2,0	2,0	0,0%
Disjuntor unipolar termomagnético - Curva B - 32 A - 4,5 kA	un	1,0	1,0	0,0%
Disjuntor Unipolar Termomagnético - Curva C - 10 A - 4,5 kA	un	2,0	2,0	0,0%
Disjuntor Unipolar Termomagnético - Curva C - 16 A - 4,5 kA	un	6,0	6,0	0,0%
Disjuntor Unipolar Termomagnético - Curva C - 20 A - 4,5 kA	un	32,0	32,0	0,0%
Disjuntor Unipolar Termomagnético - Curva C - 100 A - 4,5 kA	un	2,0	2,0	0,0%
Dispositivo de Proteção - Interruptor tetrapolar DR - 3 fases/neutro - In 30mA - DIN - 40 A	un	3,0	3,0	0,0%
Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj geral - DIN - 100x60x14 cm	un	1,0	1,0	0,0%
Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj. geral - DIN - 60x60x14 cm	un	1,0	1,0	0,0%
Acessórios para eletrodutos - Caixa PVC - 4x2"	un	59,0	98,0	-39,8%
Acessórios para eletrodutos - Caixa PVC - 4x4"	un	64,0	63,0	1,6%
Caixa de passagem embutir, Aço pintada - 150x150x80 mm	un	3,0	3,0	0,0%
Caixa de passagem embutir, Aço pintada - 200x200x100 mm	un	1,0	1,0	0,0%
Placa 2x4" - Interruptor simples - 1 tecla	un	17,0	17,0	0,0%
Placa 2x4" - Interruptor simples - 2 teclas	un	11,0	11,0	0,0%
Placa 2x4" - Placa cega	un	1,0	1,0	0,0%
Placa 4x4" - Placa cega	un	1,0	1,0	0,0%
Caixa PVC octogonal - 3x3"	un	89,0	90,0	-1,1%
Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 10A (Piso)	un	2,0	2,0	0,0%
*Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 10A (Caixa 2"x4")	un	0,0	30,0	-100,0%
Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2 - 2P+T 10A + 2P+T 20A (Caixa 4"x4")	un	63,0	62,0	1,6%
Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 20A	un	30,0	30,0	0,0%
Chave para condicionador ar - 20A	un	17,0	17,0	0,0%
Relé fotoelétrico - fotocélula	un	2,0	2,0	0,0%
Lâmpada fluorescente - Compacta - dupla - 18 W	un	6,0	6,0	0,0%
Lâmpada fluorescente - Compacta - longa - 18W	un	17,0	17,0	0,0%
Lâmpada fluorescente - Tubular IRC 85 - diam. 26mm - 18 W	un	48,0	48,0	0,0%
Lâmpada fluorescente - Tubular IRC 85 - diam. 26mm - 32 W	un	90,0	90,0	0,0%
Luminária sobrepor para fluoesc. tubular - 2x20 W	un	24,0	24,0	0,0%
Luminária sobrepor para fluoesc. tubular - 2x40 W	un	45,0	45,0	0,0%
Luminária sobrepor para fluorescente compacta - 1x18 W	un	20,0	20,0	0,0%
Cabo cobre - Isol.PVC 2.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	3227,6	3100,0	4,1%
Cabo cobre - Isol.PVC 6 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	116,6	63,0	85,0%
Cabo cobre - Isol.PVC 16 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	232,2	85,0	173,1%
Eletroduto PVC - 1"	m	54,3	60,0	-9,4%
Eletroduto PVC - 3/4"	m	908,1	1000,0	-9,2%
Eletroduto PVC - 1.1/2"	m	15,5	18,0	-14,0%
Eletroduto PVC - 1.1/4"	m	62,9	12,0	424,3%

Observação: \*Tomada não existe nos projetos.

Fonte: do autor. (2023).

É possível perceber que diversos elementos apresentaram a mesma quantidade no quantitativo do TJSC com o extraído em BIM. Os materiais que apresentaram a maior diferença foram o eletroduto de 1.¼, o cabo de cobre de 16 mm<sup>2</sup>, o de 6 de mm<sup>2</sup> e a caixa de PVC 4x2". Há também a tomada de 10A que consta no quantitativo do TJSC, mas não aparece no projeto e por isso não fez parte da modelagem e não consta no quantitativo extraído em BIM. Nota-se, ainda, que há uma alternância entre materiais que apresentaram quantidades menores no BIM que no quantitativo extraído manualmente, representados em vermelho, e outros apresentam quantidades maiores, representados em verde.

Já os resultados do comparativo entre os quantitativos do projeto sanitário estão apresentados no quadro 7.

**Quadro 7 – Comparativo de quantitativos do projeto sanitário em BIM e fornecidos pelo TJSC**

COMPARATIVO DE LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS BIM E MANUAL (TJSC) - PROJETO SANITÁRIO				
DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE (BIM)	QUANTIDADE (TJSC/2D)	DIFERENÇA (%)
PVC Esgoto - Redução excêntrica - 75 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0%
PVC Esgoto curva 45 longa - 100 mm	un	1,0	1,0	0,0%
PVC Esgoto curva 90 curta - 50 mm	un	26,0	22,0	18,2%
PVC Esgoto joelho 45° 40 mm	un	6,0	26,0	-76,9%
PVC Esgoto joelho 45° 50 mm	un	3,0	14,0	-78,6%
PVC Esgoto joelho 45° 75 mm	un	5,0	2,0	150,0%
PVC Esgoto joelho 90° 100 mm	un	14,0	12,0	16,7%
PVC Esgoto joelho 90° 40 mm	un	50,0	43,0	16,3%
PVC Esgoto joelho 90° 75 mm	un	3,0	7,0	-57,1%
PVC Esgoto junção simples - 40 mm x 40 mm	un	2,0	1,0	100,0%
PVC Esgoto junção simples - 50 mm - 50 mm	un	1,0	1,0	0,0%
PVC Esgoto junção simples - 75 mm 75 mm	un	1,0	1,0	0,0%
PVC Esgoto Tê sanitário 50 mm - 50 mm (Ventilação)	un	3,0	4,0	-25,0%
PVC Esgoto Tê sanitário 75 mm - 50 mm (Ventilação)	un	3,0	2,0	50,0%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 100 mm - 4"	m	69,3	74,0	-6,3%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 150 mm - 6"	m	50,0	53,0	-5,7%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 200 mm	m	66,6	70,0	-4,9%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 40 mm	m	91,3	95,0	-3,9%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 50 mm - 2"	m	40,1	46,0	-12,8%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 75 mm - 3"	m	50,4	49,0	2,9%
Caixa de gordura PVC - CG 30 cm	un	1,0	1,0	0,0%
Caixa de areia pluvial com grelha - CAG- 60x60cm	un	13,0	13,0	0,0%
Caixa de inspeção de esgoto sifonada - CES- 60x60 cm	un	13,0	12,0	8,3%
Caixa sifonada - 150x150x50	un	3,0	2,0	50,0%
Caixa sifonada - 150x185x75	un	5,0	6,0	-16,7%
Caixa Seca - 100x100x50mm	un	2,0	2,0	0,0%

Fonte: do autor. (2023).

Nesse caso também é possível perceber que alguns elementos apresentaram a mesma quantidade no quantitativo extraído manualmente com o extraído em BIM. Os materiais que apresentaram a maior diferença foram os joelhos de 45° de 75mm, a junção simples de 40x40mm, os joelhos de 45° de 50mm, os de 40mm e os de 90° de 75mm. Pode-se perceber que há uma alternância entre materiais que apresentaram quantidades menores no BIM que no quantitativo extraído manualmente, representados em vermelho, e outros apresentam quantidades maiores, representados em verde.

#### **4.5 Comparativo de preços a partir dos quantitativos do modelo BIM e dos projetos 2D**

Com os quantitativos extraídos manualmente a partir dos projetos 2D obtidos diretamente com o TJSC, juntamente dos preços unitários retirados do orçamento também disponibilizado pelo Tribunal de Justiça, e os quantitativos extraídos automaticamente a partir da modelagem em BIM foi realizada uma comparação dos preços para entender o impacto da discrepância entre quantitativos no preço total dos serviços analisados da obra.

Os preços unitários retirados do orçamento disponibilizado pelo TJSC são de outubro de 2011 e foram obtidos das tabelas do SINAPI da época e também de cotações próprias do Tribunal. O comparativo foi feito apenas com os elementos que apresentaram discrepância nos quantitativos, portanto o preço total não representa o preço total do orçamento, mas sim dos itens que resultaram em quantidades diferentes em BIM e no método tradicional. Apesar de os valores estarem desatualizados, eles cumprem o objetivo de comparar a ordem de grandeza de diferença nos preços entre os quantitativos extraídos da maneira tradicional e em BIM.

No quadro 8 está apresentado o comparativo de preços do levantamento de quantitativos do projeto elétrico feito pela extração manual, obtido com o TJSC, e na extração automática a partir da modelagem em BIM.

Quadro 8 – Comparativo de preços do projeto elétrico pelo BIM e fornecidos pelo TJSC

COMPARATIVO DE PREÇOS ENTRE O BIM E O ORÇADO PELO TJSC - PROJETO ELÉTRICO								
Descrição do material	Unid.	Preço unitário (R\$)	Quantitativos		Preços (R\$)		Diferenças de preços	
			Quant. (BIM)	Quant. (TJSC)	Preço BIM	Preço TJSC	Diferença (R\$)	Diferença (%)
Acessórios para eletrodutos - Caixa PVC - 4x2"	un	5,70	59,00	98,00	336,30	558,60	222,30	39,80%
Acessórios para eletrodutos - Caixa PVC - 4x4"	un	6,68	64,00	63,00	427,52	420,84	-6,68	-1,59%
Caixa PVC octogonal - 3x3"	un	7,91	89,00	90,00	703,99	711,90	7,91	1,11%
Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2P+T 10A (Caixa 2"x4")	un	25,73	0,00	30,00	0,00	771,90	771,90	100,00%
Tomada hexagonal - NBR 14136 - 2 - 2P+T 10A + 2P+T 20A (Caixa 4"x4")	un	40,77	63,00	62,00	2 568,51	2 527,74	-40,77	-1,61%
Cabo cobre - Isol.PVC 2.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	2,39	3 227,60	3 100,00	7 713,96	7 409,00	-304,96	-4,12%
Cabo cobre - Isol.PVC 6 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	5,31	116,55	63,00	618,88	334,53	-284,35	-85,00%
Cabo cobre - Isol.PVC 16 mm <sup>2</sup> - Amarelo/azul/branco/verde	m	13,82	232,17	85,00	3 208,59	1 174,70	-2 033,89	-173,14%
Eletroduto PVC - 1"	m	9,72	54,34	60,00	528,18	583,20	55,02	9,43%
Eletroduto PVC - 3/4"	m	8,56	908,12	1 000,00	7 773,51	8 560,00	786,49	9,19%
Eletroduto PVC - 1.1/2"	m	22,63	15,48	18,00	350,31	407,34	57,03	14,00%
Eletroduto PVC - 1.1/4"	m	19,45	62,91	12,00	1 223,60	233,40	-990,20	-424,25%
<b>PREÇO TOTAL</b>					<b>R\$25 453,36</b>	<b>R\$23 693,15</b>	<b>-R\$1 760,21</b>	<b>-7,43%</b>

Fonte: do autor. (2023).

No quadro 9 está o comparativo de preços do projeto sanitário.

Quadro 9 – Comparativo de preços do projeto sanitário pelo BIM e fornecidos pelo TJSC

COMPARATIVO DE PREÇOS ENTRE O BIM E O ORÇADO PELO TJSC - PROJETO SANITÁRIO								
Descrição do material	Unid.	Preço unitário (R\$)	Quantitativos		Preços (R\$)		Diferenças de preço	
			Quant. (BIM)	Quant. (TJSC/2D)	Preço BIM	Preço TJSC	Diferença (R\$)	Diferença (%)
PVC Esgoto curva 90 curta - 50 mm	un	16,29	26,0	22,0	423,54	358,38	-65,16	-18,18%
PVC Esgoto joelho 45° 40 mm	un	8,34	6,0	26,0	50,04	216,84	166,80	76,92%
PVC Esgoto joelho 45° 50 mm	un	10,59	3,0	14,0	31,77	148,26	116,49	78,57%
PVC Esgoto joelho 45° 75 mm	un	13,61	5,0	2,0	68,05	27,22	-40,83	-150,00%
PVC Esgoto joelho 90° 100 mm	un	28,55	14,0	12,0	399,70	342,60	-57,10	-16,67%
PVC Esgoto joelho 90° 40 mm	un	8,16	50,0	43,0	408,00	350,88	-57,12	-16,28%
PVC Esgoto joelho 90° 75 mm	un	23,31	3,0	7,0	69,93	163,17	93,24	57,14%
PVC Esgoto junção simples - 40 mm x 40 mm	un	9,50	2,0	1,0	19,00	9,50	-9,50	-100,00%
PVC Esgoto Tê sanitário 50 - 50	un	17,06	3,0	4,0	51,18	68,24	17,06	25,00%
PVC Esgoto Tê sanitário 75 - 50	un	22,31	3,0	2,0	66,93	44,62	-22,31	-50,00%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 100 mm - 4"	m	17,68	69,3	74,0	1 225,40	1 308,32	82,92	6,34%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 150 mm - 6"	m	38,60	50,0	53,0	1 928,46	2 045,80	117,34	5,74%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 200 mm	m	32,42	66,6	70,0	2 158,85	2 269,40	110,55	4,87%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 40 mm	m	13,41	91,3	95,0	1 223,80	1 273,95	50,15	3,94%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 50 mm - 2"	m	12,88	40,1	46,0	516,62	592,48	75,86	12,80%
PVC Esgoto tubo rígido com ponta lisa - 75 mm - 3"	m	14,68	50,4	49,0	740,46	719,32	-21,14	-2,94%
Caixa de inspeção de esgoto sifonada - CES- 60x60 cm	un	253,81	13,0	12,0	3 299,53	3 045,72	-253,81	-8,33%
Caixa sifonada - 150x150x50	un	36,38	3,0	2,0	109,14	72,76	-36,38	-50,00%
Caixa sifonada - 150x185x75	un	48,69	5,0	6,0	243,45	292,14	48,69	16,67%
<b>PREÇO TOTAL</b>					<b>R\$13 033,84</b>	<b>R\$13 349,60</b>	<b>R\$315,76</b>	<b>2,37%</b>

Fonte: do autor. (2023).

A partir dos preços apresentados nas tabelas, é possível perceber que, tanto no projeto elétrico quanto no sanitário, há uma compensação entre os preços que ficaram superiores ao orçamento do TJSC e os que ficaram abaixo do preço orçado. Mesmo assim, no projeto elétrico houve uma diferença de aproximadamente 7,5% a menos no preço total, sendo que a maior diferença foi referente ao cabo de cobre de 16 mm<sup>2</sup>, custando um pouco mais de 2 mil reais a menos no BIM que no método tradicional. Já no projeto sanitário a diferença de preço foi de um pouco mais de 2% mais caro no BIM que no método tradicional, sendo a maior diferença de preço na caixa de inspeção de 60x60 cm.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento desta pesquisa, foi possível concluir que o processo de modelagem dos projetos complementares utilizando o software QiBuilder revelou-se relativamente simples e eficiente. O software é intuitivo e apresenta funcionalidades e objetos pré-configurados que facilitaram a criação da representação tridimensional dos projetos, trazendo agilidade e precisão ao trabalho.

Além disso, a extração automática dos quantitativos dos projetos no software QiVisus também se mostrou ágil e eficaz. O software também é intuitivo e permite uma extração rápida dos quantitativos, com a possibilidade de exportação das informações em diversos formatos. Ao longo do processo, a dificuldade que surgiu foi justamente a leitura e interpretação dos projetos em 2D fornecidos pelo órgão público.

Com base na comparação entre os levantamentos de quantitativos, foi possível observar uma diferença nas quantidades de diversos elementos, em alguns casos para mais e em outros para menos. As diferenças identificadas nas quantidades entre o levantamento de quantitativos extraído automaticamente em BIM e o levantamento manual realizado pelo TJSC podem ser atribuídas a diferentes fatores. Uma possível causa está relacionada a erros de leitura de projeto durante a extração manual realizada pelo TJSC. Além disso, as diferenças também podem ser influenciadas pelos critérios de medição adotados pelo TJSC, que podem variar em relação à metodologia utilizada no software em BIM. Pequenas variações no lançamento das informações nos desenhos em 2D em relação ao modelo em BIM também podem contribuir para as divergências observadas.

A simplicidade da modelagem no QiBuilder e a agilidade da extração automática no QiVisus demonstram o potencial dessa metodologia. Esses aspectos destacam a relevância do BIM como uma ferramenta para melhorar a precisão, a eficiência e a automação na extração dos quantitativos de projetos complementares em obras públicas.

As diferenças de preços identificadas, com base nos resultados obtidos a partir da comparação entre as quantidades e preços dos projetos elétrico e sanitário,

foram relativamente pequenas. Houve uma redução de cerca de 7,5% no preço do projeto elétrico modelado em BIM em relação ao valor obtido por meio da extração manual de quantitativos, e um acréscimo de aproximadamente 2% no preço do projeto sanitário. Embora essas diferenças possam parecer insignificantes em uma análise isolada, é importante destacar que, em obras de maior porte e complexidade, essas variações podem se tornar mais significativas.

Essas discrepâncias nos quantitativos podem ter implicações tanto para a empresa responsável pela execução da obra quanto para os cofres públicos. No caso do projeto sanitário, a necessidade de aditivos de valor pode surgir devido às quantidades extraídas automaticamente em BIM estarem ligeiramente acima das obtidas manualmente. Por outro lado, no caso do projeto elétrico, o superdimensionamento do orçamento pode representar um prejuízo aos cofres públicos, uma vez que os valores obtidos por meio da modelagem em BIM são inferiores.

É essencial destacar que essas diferenças nos quantitativos podem ter implicações não apenas financeiras, mas também no planejamento e execução da obra. A variação nas quantidades pode levar a desperdícios de materiais, caso sejam adquiridos em excesso devido a um quantitativo superdimensionado, ou a atrasos no cronograma, caso seja necessário adquirir mais materiais devido a um quantitativo deficiente. Esses impactos podem resultar em custos adicionais, retrabalho e atrasos na conclusão do projeto.

Embora as diferenças identificadas nos quantitativos e preços tenham sido relativamente pequenas, os resultados demonstram que a adoção do BIM pode trazer benefícios significativos em obras de maior escala e complexidade. A precisão na extração dos quantitativos contribui para um planejamento mais eficiente, redução de desperdícios e melhor controle financeiro. Diante disso, fica evidente a importância da adoção da metodologia BIM em projetos complementares, como forma de melhorar a precisão e automatizar a extração dos quantitativos de materiais.

Portanto, com base nos resultados obtidos, é recomendável que as entidades públicas e empresas do setor da construção considerem a adoção da metodologia

BIM em seus processos, visando aprimorar a precisão, eficiência e sustentabilidade dos projetos complementares de obras públicas.

Como sugestão para pesquisas futuras, é possível expandir o escopo do estudo atual e investigar a aplicação da metodologia BIM na extração de quantitativos para outros projetos complementares, como o hidráulico, o estrutural e o preventivo de incêndio. Além disso, outra sugestão de pesquisa futura seria realizar uma análise completa que englobe não apenas os projetos complementares, mas também o projeto arquitetônico. Comparar os quantitativos obtidos manualmente e automaticamente para todas as disciplinas permitiria uma avaliação abrangente da eficácia e precisão do BIM na extração de quantitativos em um contexto mais completo. Isso proporcionaria uma visão mais ampla dos benefícios potenciais do BIM na precisão, consistência e agilidade na extração dos quantitativos em todos os aspectos do projeto.

Outra sugestão de pesquisa futura seria utilizar o modelo em BIM desenvolvido nesta monografia para realizar o orçamento completo da obra utilizando um software BIM específico para essa finalidade. Isso permitiria uma comparação detalhada dos custos obtidos através da extração automática dos quantitativos em relação ao orçamento tradicional. Além disso, poderia-se explorar as funcionalidades de gestão de custos disponíveis nos softwares BIM, como a análise de variações, simulações de cenários e acompanhamento do orçamento ao longo da obra.

Por último, pode-se realizar uma pesquisa futura para investigar se as discrepâncias de preços encontradas no trabalho vão ocorrer na prática durante a execução da obra. Isso envolveria o acompanhamento de projetos reais que utilizaram a metodologia BIM para a extração dos quantitativos e a comparação dos custos previstos no orçamento com os custos efetivamente incorridos durante a execução. Essa análise ajudaria a verificar se as diferenças identificadas na pesquisa têm um impacto significativo na realidade das obras.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

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

ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B. **Modelagem BIM para orçamentação com uso do SINAPI**. Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 93-111, 2021.

ALTOQI. **QiBuilder**. 2023. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/builder>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ALTOQI. **QiVisus**. 2023. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/visus>. Acesso em: 10 mar. 2023.

AUTODESK. **What are the benefits of BIM?** 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>. Acesso em: 25 set. 2022.

BRAGA, P. R. **Levantamento de quantitativos com uso da tecnologia BIM**. 130p. 2015. Trabalho de Conclusão do Curso – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm). Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Lei 14.133, de 1º de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm). Acesso em: 20 nov. 2022.

CAETANO, Fellipe S.. **Proposta e aplicação de fluxo de trabalho para uso da metodologia BIM no processo de orçamentação**. 2021. 133 p. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos.** São Paulo: Pini, 2020.

CBIC. **Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras - 10 motivos para evoluir com BIM (Building Information Modeling).** Brasília, 2016.

CBIC. **Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras - Fundamentos BIM (Building Information Modeling).** Brasília, 2016.

COÊLHO, R. S. de A. **Orçamento de obras na construção civil.** São Luís, 2016. 347 p.

CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil.** 2007. 65 p. Monografia (Pós Graduação) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Escola de Engenharia, Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

COSTA, C.; STAUT, S.; ILHA, M. Projeto de sistemas prediais hidráulicos sanitários com BIM: mapeamento da literatura. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2014. v. 1. p. 2760-2769.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

FENATO, T. M.; SAFFARO, F. A.; BARISON, M. B.; HEINECK, L. F. M.; SCHEER, S. Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 279-299, out./dez. 2018.

FLORIANO, Cesare A. A. G. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL E A METODOLOGIA BIM EM UM ESTUDO DE CASO: reforma geral de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis.** 2021. 142 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

GONZALEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras.** São Leopoldo, RS, 2008. 47p.

KONS, Douglas M. **Análise comparativa do orçamento elaborado a partir do BIM com os gastos reais da obra.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

LIMA, Camila B. M. **Como elaborar orçamento utilizando processo BIM**. 2018. 147 p. Monografia (Graduação) - Curso Bacharel em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade De Brasília, Brasília, 2018.

LIMA, Camila F. M. **Gestão do Processo de Projeto Hidrossanitário**. Belo Horizonte, 2016. 292 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos**. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

MEDEIROS, Lúcio B. **Boas práticas na elaboração de orçamentos para licitações de obras públicas**. 2011. 22 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

NUNES, G. H.; LEÃO, M.; Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. In: **REVISTA DE ENGENHARIA CIVIL**, 2018, Mato Grosso: UNEMAT, 2018. p.47-61.

PMI, **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos** (Guia PMBOK®) - Sexta Edição, Newton Square: PMI, 2017.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O Ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM): processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. Curitiba, 2015. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVA, R. G. **A importância do projeto elétrico residencial**. 2021. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UniAGES, Paripiranga, 2021.

SILVA, Felipe F. R.. **Comparativo de orçamentos de uma obra pública modelada em bim através dos bancos de dados Deinfra e Sinapi**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SOUSA, R. W. P. **Influência da metodologia BIM na orçamentação de projetos de instalações prediais: um estudo de caso de uma obra pública no município de Boa Ventura-PB**. Pombal, 2022. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022.

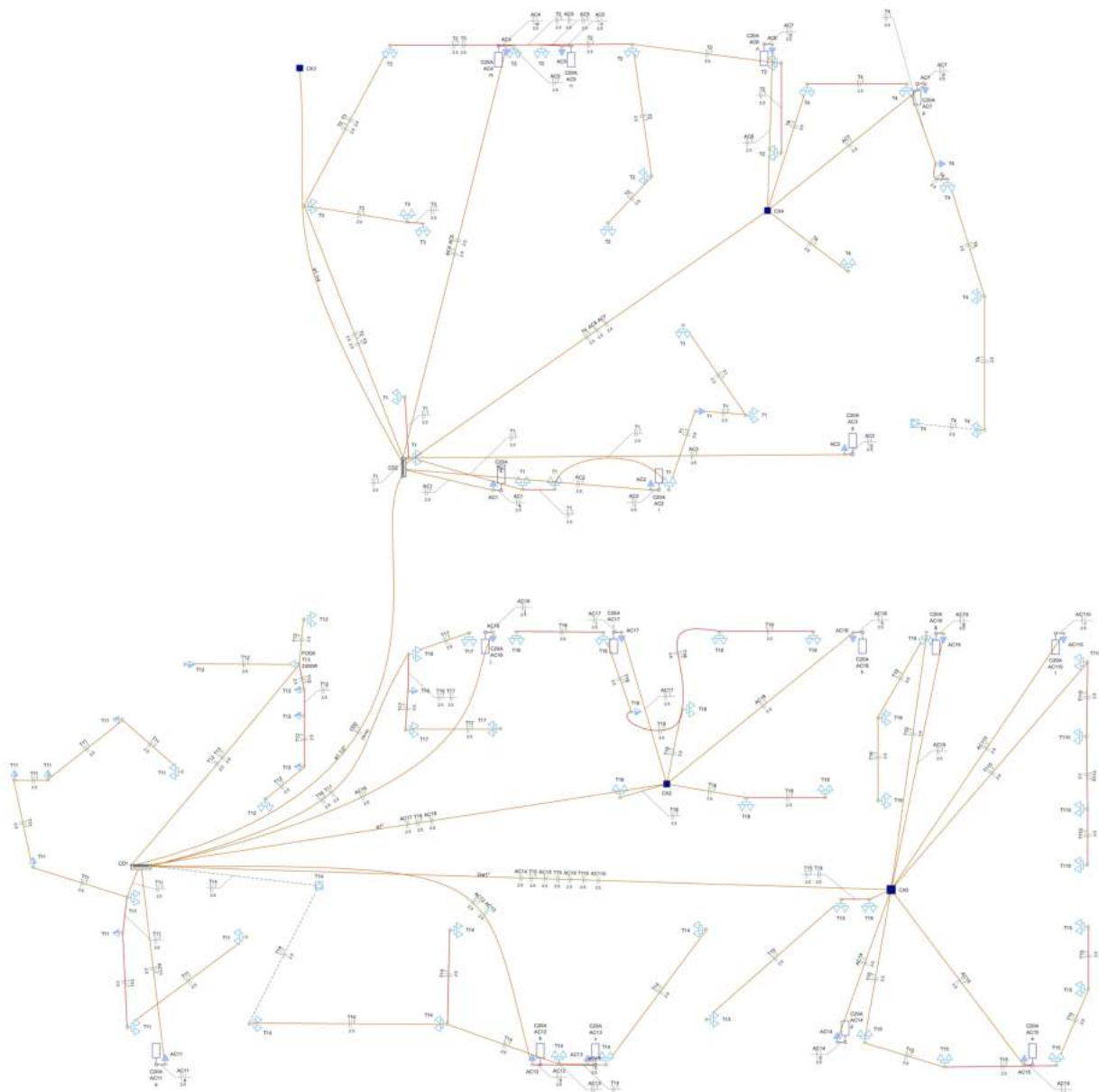
TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. 2.ed. São Paulo: Pini, 2011.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2011. 134 p.

## APÊNDICES



## APÊNDICE B – PROJETO ELÉTRICO BIM (FORÇA)



**NOTAS**

1. EM TODAS AS SITUAÇÕES DESENVOLVIDAS AQUI, O PROJETO É UM PROJETO DE REFERÊNCIA E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA QUALQUER OUTRA FINALIDADE QUE NÃO SE RELACIONE COM A EXECUÇÃO DE OBRAS DE INSTALAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, SENDO TRANSMITENTE VEDADA SUA COPIAÇÃO E REPRODUÇÃO DE QUALQUER MODO.

**NOTAS GERAIS**

1. ESTE PROJETO É PROPOSTO COMO PROJETO DE REFERÊNCIA E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA QUALQUER OUTRA FINALIDADE QUE NÃO SE RELACIONE COM A EXECUÇÃO DE OBRAS DE INSTALAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, SENDO TRANSMITENTE VEDADA SUA COPIAÇÃO E REPRODUÇÃO DE QUALQUER MODO.

2. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR Ocorrências ou danos decorrentes do uso indevido ou não autorizado do mesmo.

3. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR Ocorrências ou danos decorrentes do uso indevido ou não autorizado do mesmo.

4. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR Ocorrências ou danos decorrentes do uso indevido ou não autorizado do mesmo.

5. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR Ocorrências ou danos decorrentes do uso indevido ou não autorizado do mesmo.

SR	REVISÕES	DATA	APROVAÇÃO
01	Elaboração inicial		

**Atividade Tecnologia associada à engenharia**  
 Rua: ...  
 Fone: ...

**RESIDENCIAL**

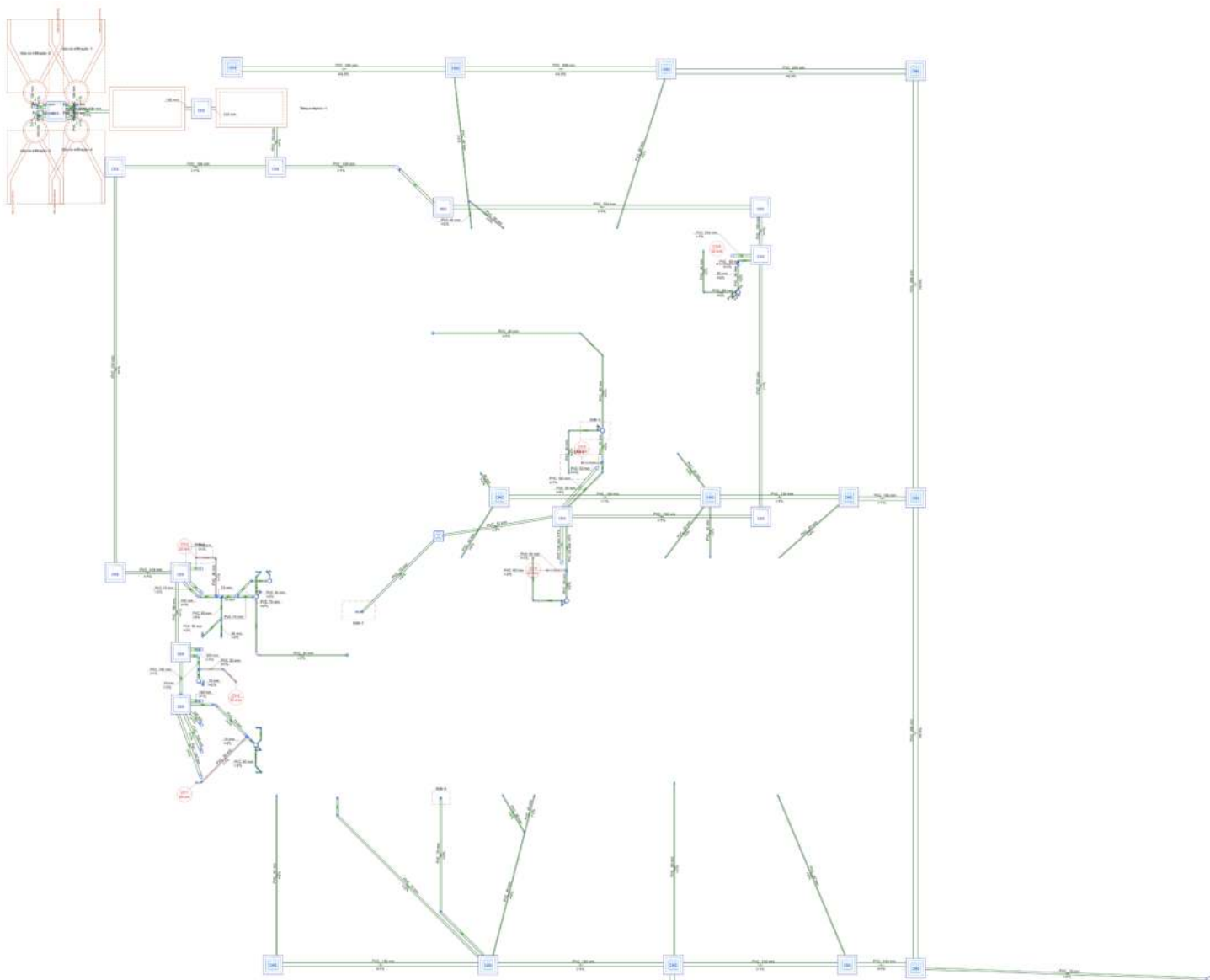
**PROJETO ELÉTRICO**

Pavimento

**1**

Projeto Elétrico

### APÊNDICE C – PROJETO SANITÁRIO BIM



**NOTAS**

1. ESTE PROJETO É PROPRIEDADE DO PROJETISTA. RESTAVIDO AO SEU CORPORALEJO, VISTO ASSIM COMO BEM UTILIZADO PARA QUALQUER OUTRA FINALIDADE QUE NÃO SE RELACIONE COM A EXECUÇÃO DA PRESENTE EDIFICAÇÃO, SENDO TERMINAMENTE VEDA A COPIAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE REPRODUÇÃO.

2. O PROJETISTA NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERRORES NA TERCERÃO DESTE PROJETO QUANTO ÀS EXATIDÕES, QUALQUER MODIFICAÇÕES E/OU OBRAS NÃO CONCRETIZADAS.

3. ESTE PROJETO FOM BARRADO NO LAYOUT E APROVAÇÕES FORMADAS PELA ARQUITETO DO PROJETO.

4. QUALQUER MODIFICAÇÃO OU SUPERAÇÃO DEVE SER ANTERIORMENTE CONSULTADA POR ESCRITO AO PROJETISTA.

---

**ATRIBUIÇÕES/OBSERVAÇÕES**

NP	REVISÕES	DATA	APROVAÇÃO
01	Elaboração		

**AtaQ Tecnologia aplicada a engenharia**  
 Avenida 102, 101 - 1001 - São Paulo, SP 05088-010  
 Tel: (11) 3037-0000

**RESIDENCIAL**

Projeto de Engenharia e Arquitetura

**PROJETO HIDROSSANITÁRIO**

Pavimento

2

Projeto de Engenharia e Arquitetura

**ANEXOS**

## ANEXO A – ORÇAMENTO ELÉTRICO TJSC

## ELÉTRICO - PLANTA BAIXA - CASA DA CIDADANIA

	Unid.	Quantidade	Preço Unitário		Preço Total	
			Materiais/Serviços	Mão-de-Obra	Materiais/Serviços	Mão-de-Obra
Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj geral - DIN - 100x60x14 cm	un	1,00	1.668,57	94,26	1.668,57	94,26
Quadro distrib. chapa pintada - embutir - Barr. trif., disj. geral - DIN - 60x60x14 cm	un	1,00	981,92	94,26	981,92	94,26
Eletroduto de pvc rígido 3/4" - Tigre, Wetzel ou Kanaflex	m	1.000,00	3,17	5,39	3.170,00	5.390,00
Eletroduto de pvc rígido 1" - Tigre, Wetzel ou Kanaflex	m	60,00	4,33	5,39	259,80	323,40
Eletroduto de pvc rígido 1.1/4" - Tigre, Wetzel ou Kanaflex	m	12,00	5,18	14,27	62,16	171,24
Eletroduto de pvc rígido 1.1/2" - Tigre, Wetzel ou Kanaflex	m	18,00	6,47	16,16	116,46	290,88
Cabo do tipo antichama isolamento 750V # 2,5mm² - Prysmian, Conduspar ou Ficap	m	3.100,00	1,04	1,35	3.224,00	4.185,00
Cabo do tipo antichama isolamento 750V # 6 mm² - Prysmian, Conduspar ou Ficap	m	50,00	3,96	1,35	198,00	67,50
Cabo do tipo antichama isolamento 750V # 16 mm² - Prysmian, Conduspar ou Ficap	m	85,00	11,67	2,15	991,95	182,75
Caixa em pvc rígido com orelhas reforçadas 4"x 2" - Tigre, Tuboline ou Pial Legrand	pç	98,00	1,66	4,04	162,68	395,92
Caixa em pvc rígido com orelhas reforçadas 4"x 4" - Tigre, Tuboline ou Pial Legrand	pç	63,00	2,64	4,04	166,32	254,52
Caixa em pvc rígido com orelhas reforçadas octogonal 4"x 4" x 2" - Tigre ou Tuboline	pç	90,00	3,87	4,04	348,30	363,60
Caixa pvc rígido orelhas reforçadas octogonal 4"x 4" x 2" com tampa cega - Tigre, Tuboline ou Pial Legrand	pç	3,00	8,25	4,04	24,75	12,12
Caixa metálica de embutir com tampa cega 15x15x10 cm - Cemar ou Moratori	pç	3,00	12,53	10,77	36,99	32,31
Caixa metálica de embutir com tampa cega 20x20x10 cm - Cemar ou Moratori	pç	1,00	24,69	10,77	24,69	10,77
Disjuntor termomagnético unipolar, 220V/4,5kA - 10A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	2,00	10,41	2,01	20,82	4,02
Disjuntor termomagnético unipolar, 220V/4,5kA - 20A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	32,00	10,41	2,01	333,12	64,32
Disjuntor termomagnético unipolar, 220V/4,5kA - 32A - Curva B - GE, Siemens ou ABB	pç	1,00	10,41	2,01	10,41	2,01
Interruptor diferencial tetrapolar id=30mA - 40A - GE, Siemens ou ABB	pç	3,00	289,25	10,77	867,75	32,31
Disjuntor termomagnético unipolar, 220V/4,5kA - 16A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	6,00	10,34	2,01	62,04	12,06
Disjuntor termomagnético tripolar 380V/10kA - 25A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	1,00	85,01	10,77	85,01	10,77
Disjuntor termomagnético tripolar 380V/10kA - 63A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	2,00	100,91	10,77	201,82	21,54
Disjuntor termomagnético tripolar 380V/10kA - 100A - Curva C - GE, Siemens ou ABB	pç	2,00	98,08	10,77	196,16	21,54
Fotocelula 10A/220V - Pial Legrand, Tecnowat ou Finder	pç	2,00	32,68	2,01	65,36	4,02
Luminária fluorescente completa (com reator eletrônico com THD <10% e F.P. >98%) de sobrepôr, com refletor parabólico em alumínio alto brilho, 99,98% de pureza, sem aletas, para duas lâmpadas fluorescentes de 16 W - OMEGA - Modelo F-421, ou PROJETO modelo C-2359 ou de qualidade comprovadamente equivalente.	un	24,00	112,56	22,89	2.701,44	549,36
Luminária fluorescente completa (incluso reator eletrônico com THD <10% e F.P. >98%) de sobrepôr, com refletor parabólico em alumínio alto brilho, 99,98% de pureza, sem aletas, para duas lâmpadas fluorescentes de 32 W - ref. OMEGA - Modelo F-421, ou PROJETO modelo C-2359 ou de qualidade comprovadamente equivalente.	un	45,00	139,94	22,89	6.297,30	1.030,05
Luminária decorativa completa (reator + capacitor) de sobrepôr, para duas lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W, Dulux D, na cor 41 - OMEGA - Modelo T-589 , ou de qualidade comprovadamente equivalente.	un	3,00	156,32	21,54	468,96	64,62
Luminária decorativa completa de sobrepôr, para uma (01) lâmpada fluorescente compacta eletrônica de 18 W, LUSTRES PROJETO - Modelo C-2044 M, ou OMEGA - Modelo T-502P , ou de qualidade comprovadamente equivalente.	un	17,00	120,85	19,81	2.054,45	336,77
Lampada fluorescente 18W - Osram, Phillips ou FLC	un	48,00	8,93	1,08	428,64	51,84
Lampada fluorescente 32W - Osram, Phillips ou FLC	un	90,00	9,79	1,08	881,10	97,20
Lampada fluorescente compacta 18W - Osram, Phillips ou FLC	un	6,00	24,58	1,08	147,48	6,48
Lampada fluorescente compacta eletrônica 18W - Osram, Phillips ou FLC	un	17,00	21,84	1,08	371,28	18,36
Interruptor simples 10A/250V/4x2 - completo, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	17,00	7,20	5,65	122,40	96,05
Interruptor ar condicionado 20A/250V/4x2 - completo, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	17,00	13,54	9,43	230,19	160,31
Interruptor duplo 10A/250V/4x2 - completo, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	11,00	12,40	7,00	136,40	77,00
Tomada 2P+T 20A/250V/4x2 completa, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	30,00	15,79	7,81	473,70	234,30
Tomada 2P+T 10A/250V/4x2 completa, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	30,00	17,92	7,81	537,60	234,30
Caixa tomada piso 2"x4" espelho basculante, em latão com suporte para uma tomada 2P+T 10A/250V-Wetzel, Lan Rack ou Massaro	un	2,00	23,22	8,53	46,44	17,06
Placa cega 2X4 - completa, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	1,00	3,57	1,08	3,57	1,08
Placa com furo central 4X4 + conector In 30A para chuveiro ou fogão elétrico - completa, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	1,00	14,42	7,81	14,42	7,81
Tomada 2P+T 10A/250V + Tomada 2P+T 20A/250V em caixa 4x4 - completa, com suporte e espelho, linha modular na cor branca - Pial Plus, Siemens ou Prime	un	62,00	26,50	14,27	1.643,00	884,74
			-		29.837,45	15.908,45

PREÇOS UNITÁRIOS ATUALIZADOS PELO INCC DE SETEMBRO/2011 A FEVEREIRO DE 2013 - POR SEÇÃO DE ORÇAMENTO/TJSC

## ANEXO B – ORÇAMENTO SANITÁRIO TJSC

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA E QUANTITATIVA - SANITÁRIO											
Obra: CASA DA CIDADANIA						Data: OUTUBRO de 2011 Área: 408,55 m <sup>2</sup> LEIS SOCIAIS - 124,79 % BDI - 22,41%					
Item	Descrição dos Serviços	Especificação	Quant	Un.	Unitário				Preço Total Mão-de-obra	Preço Total de material	Preço Total
					% MO	Mão-de-obra	% Mat.	Material			
1.4	<b>INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO, PLUVIAL, DRENAGEM DE AR CONDICIONADO</b>										
	<b>tubos e conexões incluindo anel de borracha e pasta lubrificante, material e instalação</b>										
ok	Caixa DN 100 x 100 x 50mm	tigre	2,00	un	64,47%	25,88	35,53%	14,26	40,14	51,76	80,28
ok	Caixa sifonada DN 150 x 150 x 50mm	tigre	2,00	un	35,60%	12,95	64,40%	23,43	36,38	25,90	72,76
ok	Caixa sifonada DN 150 x 185 x 75mm	tigre	6,00	un	37,22%	18,12	62,78%	30,57	48,69	108,72	292,14
ok	Curva 45° longa DN 100mm	tigre	1,00	un	24,19%	10,36	75,81%	32,47	42,83	10,36	42,83
ok	Curva 90° curta DN 50mm	tigre	22,00	un	42,91%	6,99	57,09%	9,30	16,29	153,78	204,60
ok	Curva 90° curta DN 75mm	tigre	7,00	un	29,99%	6,99	70,01%	16,32	23,31	48,93	114,24
ok	Joelho 90° DN 100mm	tigre	12,00	un	36,29%	10,36	63,71%	18,19	28,55	124,32	218,28
ok	Joelho 45° DN 40mm	tigre	26,00	un	77,58%	6,47	22,42%	1,87	8,34	168,22	48,62
ok	Joelho 45° DN 50mm	tigre	14,00	un	66,01%	6,99	33,99%	3,60	13,59	97,86	50,40
ok	Joelho 45° DN 75mm	tigre	2,00	un	51,36%	6,99	48,64%	6,62	13,61	13,98	13,24
ok	Joelho 90° DN 40mm	tigre	43,00	un	79,29%	6,47	20,71%	1,69	8,16	278,21	72,67
ok	Junção simples DN 40 x 40mm	tigre	1,00	un	68,11%	6,47	31,89%	3,03	9,50	6,47	3,03
ok	Junção simples DN 50 x 50mm	tigre	1,00	un	46,88%	6,99	53,12%	7,92	14,91	6,99	7,92
ok	Junção simples DN 75 x 75mm	tigre	2,00	un	47,65%	10,36	52,35%	11,38	21,74	20,72	22,76
ok	Redução excêntrica DN 75 x 50mm	tigre	1,00	un	50,51%	5,44	49,49%	5,33	10,77	5,44	5,33
ok	Tê sanitário DN 50 x 50mm	tigre	4,00	un	48,53%	8,28	51,47%	8,78	17,06	33,12	35,12
ok	Tê sanitário DN 75 x 50mm	tigre	2,00	un	41,77%	9,32	58,23%	12,99	22,31	18,64	25,98
ok	Tubo de PVC DN 40mm	tigre	95,00	m	77,26%	10,36	22,74%	3,05	13,41	984,20	289,75
ok	Tubo de PVC DN 50mm	tigre	46,00	m	45,50%	5,86	54,50%	7,02	12,88	269,56	322,92
ok	Tubo de PVC DN 75mm	tigre	49,00	m	39,92%	5,86	60,08%	8,82	14,68	287,14	432,18
ok	Tubo de PVC DN 100mm	tigre	74,00	m	39,25%	6,94	60,75%	10,74	17,68	513,56	794,76
ok	Tubo de PVC DN 150mm	tigre	53,00	m	24,72%	9,54	75,28%	29,06	38,60	505,62	1.540,18
ok	Tubo em concreto DN 200mm fornecimento e assentamento - sem escavação	impresol	70,00	m	29,03%	9,41	70,97%	23,01	32,42	658,70	1.610,70
ok	caixas de areia 60x60cm completa com grelha de FoFo 30x60cm para áreas com trânsito em bloco de concreto de vedação 19x19x39 hmédio 80cm	in loco	13,00	un	14,78%	92,37	85,22%	532,46	624,83	1.200,81	6.921,98
ok	caixas de inspeção e de passagem 60x60cm completa com tampas de acordo com o projeto	in loco	12,00	un	36,39%	92,37	63,61%	161,44	253,81	1.108,44	1.937,28
ok	caixas de gordura com tampa de acordo com o projeto	in loco	1,00	un	39,19%	77,37	60,81%	120,03	197,40	77,37	120,03
<b>VALOR TOTAL</b>									<b>6.778,82</b>	<b>15.083,24</b>	<b>21.862,06</b>







