



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ÍTALO OLIVEIRA MESQUITA

**SEMIAUTOMATIZAÇÃO DE ORÇAMENTOS EM PROJETOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS INTEGRANDO O BIM E PROGRAMAÇÃO VISUAL À
TABELA DA SEINFRA**

FORTALEZA
2022

ÍTALO OLIVEIRA MESQUITA

SEMIAUTOMATIZAÇÃO DE ORÇAMENTOS EM PROJETOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS. INTEGRANDO O BIM E PROGRAMAÇÃO VISUAL À
TABELA DA SEINFRA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), como requisito parcial para obtenção título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cely Martins Santos de Alencar.

FORTALEZA

2022

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

M546s Mesquita, Ítalo Oliveira.
Semiautomatização de orçamentos em projetos de instalações hidrossanitárias integrando o BIM e programação visual à tabela da SEINFRA / Ítalo Oliveira Mesquita. – 2022.
53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Cely Martins Santos de Alencar.

1. Dynamo. 2. BIM. 3. Programação visual. 4. Orçamento. 5. Revit. I. Título.

CDD 620

ÍTALO OLIVEIRA MESQUITA

AUTOMATIZAÇÃO DE ORÇAMENTOS EM PROJETOS DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS. INTEGRANDO O BIM E PROGRAMAÇÃO VISUAL À
TABELA DA SEINFRA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), como requisito parcial para obtenção título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cely Martins Santos de Alencar.

Aprovada em: 20/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Francisco Osny Enéas da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Edward Mc Craken

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por permitir a minha existência e compartilhar comigo um propósito a ser seguido.

Agradeço a minha mãe, Quitéria de Maria por sempre cuidar de mim, ter me dado educação essencial para o meu desenvolvimento na sociedade, por mostrar que sou capaz de conquistar os desafios que enfrento e vou enfrentar além de sempre acreditar no meu potencial.

Agradeço ao meu pai, Nelson José por ser o meu maior exemplo de paternidade, trabalho, honestidade e humildade. Espero seguir seu molde.

Agradeço a minha irmã, Edwiges Oliveira por todo amor e carinho que me passa.

Aos meus tios e primos, saibam que suas melhores características são grandes fontes de inspiração para minha construção pessoal, espiritual e profissional.

Meus amigos, que sempre estão ao meu lado e são protagonistas de muitos momentos bons na minha vida, sem vocês eu estaria perdido.

Destaco também, Luan, Michael, Paulo Alcides e Paulo Leandro. Meus grandes confidentes e conselheiros.

Agradeço a professora Cely Martins, que aceitou o desafio de orientar nesse trabalho e sempre esteve a disposição em todos os momentos que precisei.

Aos professores José de Paula e Francisco Osny por aceitarem participar a banca desse trabalho e conseqüentemente ajudar a melhorá-lo.

Aos meus colegas de trabalho, principalmente Matheus e Victor que foram muito importantes para o desenvolvimento desse estudo bem como repassaram muitas dicas para sua criação.

A empresa em que trabalho, EXP Brasil e meus chefes Gustavo, Rui em especial Gabriel que foi meu grande professor durante todos esses anos.

Por fim, agradeço a Universidade Federal do Ceará por ter me proporcionado grandes oportunidade de aprendizado e vivenciado muitos momentos que me fizeram amadurecer. É uma honra fazer parte dessa instituição.

RESUMO

Com o crescente desenvolvimento da indústria da construção civil, como também a competitividade acirrada do mercado, a demanda por projetos mais elaborados e compatibilizados, além de levantamentos e gerenciamentos de custos mais precisos tem sido realidade nos escritórios pelo mundo. O BIM (*Building Information Modeling*) tem ganhado mais espaço nesse mercado trazendo grandes vantagens como automatização de processos, detalhamentos realistas, eficiência em revisões além de extração de quantitativos de forma precisa, características de grande importância que auxiliam no planejamento das etapas do ciclo de vida de um empreendimento. Este trabalho pretende contribuir para a área de estudo de orçamentos em projetos a partir do desenvolvimento de um método que, pelo uso de ferramentas habituais dos escritórios de projeto, como Revit, Dynamo e Excel, automatiza o processo de orçamentação de projetos a partir da composição de preços da tabela Seinfra. O algoritmo foi desenvolvido no Dynamo que, aplicado no Revit, foram determinados códigos que indicam os itens individualmente no quantitativo onde, por meio de ferramentas presentes no programa Excel, é feito o link entre os códigos e preços da tabela Seinfra para geração do orçamento preciso com os itens modelados no projeto. Desse modo, foi possível avaliar a viabilidade das aplicações para a automatização de orçamentos pelo uso do Revit bem como a ferramenta Dynamo no processo de implementação da programação visual no domínio de orçamentação de instalações hidrossanitárias.

Palavras-chave: Dynamo; Orçamento; *Revit*; construção civil; BIM; Programação Visual.

ABSTRACT

With the growing development of the civil construction industry, as well as the fierce competitiveness of the market, the demand for more elaborate and compatible projects, in addition to more accurate surveys and cost management, has been a reality in offices around the world. BIM (Building Information Modeling) has gained more space in this market, bringing great advantages such as process automation, realistic details, efficiency in revisions in addition to the extraction of quantitative in a precise way, characteristics of great importance that help in the planning of the stages of the life cycle. of an enterprise. This work intends to contribute to the study of budgets in projects from the development of a method that, through the use of usual tools of project offices, such as Revit, Dynamo, and Excel, automates the process of project budgeting from the composition prices from the Seinfra table. The algorithm was developed in Dynamo which, applied in Revit, determined codes that indicate the items individually in the quantity that, through tools present in the Excel program, the link between the codes and prices of the Seinfra table is made to generate the accurate budget. with the items modeled in the project.

Keywords: Dynamo; Orçamento; *Revit*; construção civil; BIM; Programação Visual.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da metodologia de pesquisa.....	26
Figura 2 - 3D Instalações hidráulicas modeladas no REVIT	27
Figura 3 - 3D Instalações hidrossanitárias modeladas no REVIT.....	28
Figura 4 - Demonstrativo do código.....	28
Figura 5 - Propriedades de parâmetro de tipo	33
Figura 6 - Propriedades de parâmetro de instancia	33
Figura 7 - Preenchimento de parâmetro de tipo	34
Figura 8 - Tratamento dos parâmetros de tubo programado no DYNAMO	35
Figura 9 - Finalização do código programado no DYNAMO.....	35
Figura 10 - Parâmetro de código do elemento.....	36
Figura 11 - Tratamento dos parâmetros de peças programado no DYNAMO.....	37
Figura 12 - Exemplo de tratamento de conexões programado no DYNAMO	37
Figura 13 - Listas de conexões programada no DYNAMO	38
Figura 14 – Substituição dos valores por letras definidas previamente programado no DYNAMO	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipo de instalação	29
Tabela 2 - Tipos de tubos código.....	29
Tabela 3 - Tipos de conexões código	30
Tabela 4 - Tipos de válvulas código.....	30
Tabela 5 - Diâmetros conexões e peças código.....	31
Tabela 6 - Tabela resumo dos elementos.....	32
Tabela 7 - Quantitativo gerado por programa BIM.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
API	<i>Application Programming Interface</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelagem de Informação da Construção)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
PA	<i>Pipe Accessories</i>
PF	<i>Plumbing Fixtures</i>
PI	<i>Pipes</i>
PMI®	<i>Standards Committee Project Management Institute</i>
SEINFRA-CE	Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.3.3	Estrutura do trabalho	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	PANORAMA DA IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL E NO MUNDO.....	16
2.2	GERENCIAMENTO DE CUSTOS	19
2.3	GERAÇÃO DE QUANTITATIVOS E ORÇAMENTAÇÃO	20
2.4	O BIM 5D	22
2.5	ORÇAMENTAÇÃO A PARTIR DO REVIT	23
2.6	PROGRAMAÇÃO VISUAL A PARTIR DO DYNAMO.....	24
2.7	O USO DO EXCEL COMO FACILITADOR PARA ORÇAMENTOS DINÂMICOS.....	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	ESTUDO APLICADO	27
3.1.1	DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO.....	27
3.1.2	BIBLIOTECA DE MATERIAIS	28
3.1.2.1	COMBINAÇÃO 1 (XX).....	29
3.1.2.2	COMBINAÇÃO 2 (YYY)	29
3.1.2.3	COMBINAÇÃO 3 (ZZZ).....	31
3.1.3	CONFIGURAÇÃO DE PARÂMETROS NO REVIT.....	32
3.1.4	CRIAÇÃO DA ROTINA	34

3.1.4.1	LÓGICA PARA TUBOS.....	35
3.1.4.2	LÓGICA PARA VÁLVULAS.....	36
3.1.4.3	LÓGICA PARA CONEXÕES.....	37
3.1.5	EXPORTAÇÃO DO QUANTITATIVO	40
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção civil é um setor da indústria difundido globalmente. Sua amplificação vai desde pequenas construções como casas unifamiliares até grandes empreendimentos que demandam um maior desenvolvimento e acompanhamento multidisciplinar podendo ter elevados investimentos para a sua execução. Paralelo a isso, com a evolução da tecnologia cada vez mais dinâmica, o desenvolvimento de projetos tem seguido essa tendência e novas formas de criação surgiram ao longo dos anos.

Como resultado, a metodologia BIM *Building Information Modelling* possui cada vez mais adeptos pela capacidade de reproduzir os ciclos de produção, análise, execução e gestão de um empreendimento. Nessa lógica, benefícios são perceptíveis como: redução de erros e retrabalhos, colaboração mútua entre projetistas e contratantes além melhor controle de custos e previsibilidade na constituição do empreendimento (CONSTRUCTION, 2014, p. 19)

Sobre a metodologia BIM, Hamed define:

BIM pode ser definida como a construção de um modelo digital munidas de informações relevantes relacionadas ao ciclo de vida do empreendimento, seja uma edificação, seja um elemento de infraestrutura. (HAMED. 2020 p.14)

Paralelo a isso, tendo em vista o mercado cada vez mais competitivo, a gestão de custos de um empreendimento, além do processo de elaboração de orçamentos tem crucial importância no desenvolvimento do empreendimento podendo evitar cenários de sobre orçamentação ou sub orçamentação (ASSUNÇÃO, 2017).

Ademais, a orçamentação, com a gestão de custos fazem parte de um ramo da metodologia BIM denominada 5D. A partir dela, a obtenção de quantitativos tem sido realizada de forma precisa, pois possui ligação direta com os elementos pertencentes ao projeto, logo, diminui consideravelmente erros que possam ocorrer pela leitura e/ou interpretação equivocada do projeto.

Vale destacar também que a utilização de programação visual como ferramenta para o desenvolvimento de projetos, com rotinas de métodos que otimizam atividades repetitivas no processo, tem grande importância no desenvolvimento e controle do projeto principalmente pela menor curva de aprendizagem do usuário não habituado a linguagens de programação.

Essas regras quando aplicadas em programas como *Dynamo*, podem gerar ou modificar parâmetros pertencentes ao projeto.

Baseado nisso, Almeida disserta:

Ao invés de escrever um código partindo do zero, o projetista é capaz de montar relações entre os elementos a partir de ligações de nós pré-empacotados para geração de um algoritmo padrão. Isso significa que o projetista pode trazer os conceitos computacionais ao seu projeto sem precisa escrever um código de programação propriamente dito. (ALMEIDA, 2017 p.37).

Esta pesquisa pretende contribuir para o desenvolvimento de métodos que otimizam o processo de orçamentação de projetos de forma rápida independentemente da fase que ele esteja possibilitando assim uma maior facilidade e assertividade para tomadas de decisões na concepção, planejamento e gestão do empreendimento. Para isso, foram utilizados programas difundidos entre engenheiros e arquitetos como Excel, Revit e Dynamo. Onde, a partir da utilização das ferramentas de cada *software*, bem como a relação entre eles, é atingido o objetivo da pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o contínuo desenvolvimento dos empreendimentos, bem como uma crescente demanda por menores prazos e custos se faz necessária uma constante evolução da maneira que os projetos são desenvolvidos. Tendo em vista isso, novas metodologias como o BIM e ferramentas que se baseiam nela estão cada vez mais difundidos em grandes escritórios pelo mundo.

Apesar disso, o Revit possui limitações no seu programa base para a realização de atividades mais específicas do dia a dia do projeto, por exemplo, extrair quantitativos e geração de pranchas de forma automatizada. Ademais, o *software* permite que o usuário desenvolva ferramentas personalizadas para o programa, no entanto, por usar linguagens tradicionais de computação como, *Javascript*, *Python* ou *C*, o recurso é pouco difundido entre os engenheiros e arquitetos (MEDEIROS, 2017).

Entretanto, o uso de programação visual tem corroborado para a diminuição dessa barreira por ser intuitivamente mais “amigável” do que o método tradicional. Diante disso, ferramentas como o *Dynamo* trabalham com essa metodologia. Sobre o assunto Farias disserta:

Por se tratar de um *Add-in* de arquitetura aberta, a comunidade online também possui liberdade de produzir pacotes e nós customizados com funções distintas das inicialmente instaladas e disponibilizar para *download* no si da Autodesk ou através do próprio programa. (FARIAS, 2021. P28).

Além disso, cada vez mais os projetos demandam maior exigência relacionadas a custos e prazos, sendo assim, o processo de extração de quantitativos por exemplo, tem apresentado falhas quando feitos da forma tradicional na qual o orçamentista se baseia na leitura e deduções do projeto podendo acarretar em erros no planejamento do empreendimento (ASSUNÇÃO, 2017).

Motivado por essa problemática, foi percebida a necessidade do desenvolvimento de um método que supra essa demanda. Tendo em vista a ampla utilização do Revit no mercado nacional e internacional, além da possibilidade de incrementos e criação de processos a partir da extensão Dynamo com a criação de rotinas de programação. É então justificada a criação de uma metodologia para a criação de orçamentos de projetos baseados em BIM.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma metodologia com algoritmos nos softwares Revit, Dynamo e Excel. Auxiliar na criação de orçamentos de forma dinâmica a partir da base de dados presente na tabela da SEINFRA facilitando o processo de tomada de decisão na fase de desenvolvimento do projeto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma lógica de códigos únicos que identifiquem os materiais constituintes no projeto;
- Relacionar os códigos com os materiais do projeto;
- Extração do quantitativo do projeto e correlação com os valores obtidos da tabela da SEINFRA;

1.3.3 Estrutura do trabalho

O estudo está dividido em cinco capítulos definidos em: introdução, revisão da literatura, metodologia, análise e discussão dos resultados e conclusão.

Capítulo 1, Introdução. Está descrita a temática do estudo, com a justificativa para a escolha do tema a ser estudado bem como as delimitações dos objetivos que serviram de guias para o desenvolvimento do trabalho.

Capítulo 2, Revisão da literatura. Nesse capítulo estão descritos os referenciais teóricos que servirão como base de dados para fundamento e elucidação de informações pertinentes ao objeto de estudo.

Capítulo 3, Metodologia. Nesse tópico está descrito o processo de trabalho realizado para a realização do trabalho e obtenção de sucesso no cumprimento dos seus objetivos.

Capítulo 4, Considerações finais. Nesse capítulo o trabalho é finalizado e explanado como um todo além de possuir opiniões sobre a pesquisa bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PANORAMA DA IMPLANTAÇÃO DO BIM NO BRASIL E NO MUNDO.

Planejar uma obra implica uma sequência de ações que envolvem tempo, espaço e recursos. A dinâmica da construção civil não é linear, haja vista a interdependência de seus pontos-chaves, como orçamentos, compras, gestão pessoal, bem como os demais aspectos que envolvem o processo.

Para tanto, essa atividade é marcada pelo uso de ferramentas com o fim de organizar o andamento dos serviços para garantir uma linha de base na tomada de decisões. Nesse sentido, Tubino destaca que quanto maior for a eficiência do controle, menores serão os desvios a serem corrigidos e, por consequência, menores o tempo e a despesa em ações corretivas (TUBINO, 2009, p. 04)

O BIM (*Building Information Modeling*). Conforme a Saepro “não se trata de um software específico, e sim de um conceito de virtualização, modelagem e gerenciamento das atividades inerentes ao processo/construção de obras de engenharia”

Sobre o tema, Tavares Junior disserta que a metodologia:

O BIM (*Building Information Modeling*) utiliza o conceito de compartilhamento e interoperabilidade, onde todos os envolvidos no projeto trabalham de forma conjunta sobre um mesmo modelo tridimensional parametrizado e constantemente alimentado com informações que podem influenciar tomadas de decisões (TAVARES JÚNIOR, 2014, p.02)

Desse modo, infere-se que o BIM é um processo a ser utilizado tanto na parte de modelagem da obra, quanto na construção, visto que, segundo Miner, consiste na geração, aproveitamento e gestão dos dados da construção (MINER, 2016)

Além disso, Medeiros destaca o aumento da viabilidade e uso do BIM nas organizações, desenvolvendo conceitos como engenharia simultânea ou colaborativa elevando a qualidade dos empreendimentos além de reduzir o tempo e custos no processo de elaboração de projetos. (MEDEIROS, 2017)

Ainda conforme os autores, na Noruega, um relevante incentivo à utilização do BIM veio da Associação das Construtoras Norueguesas. A Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia tem focado suas pesquisas na tecnologia BIM em conjunto com as organizações da indústria.

Ademais, o estudo esclarece que o governo da Dinamarca criou um programa chamado Det. Digitale Byggeri, que significa “a construção Digital” e, desde 2007, as construções têm implementado a tecnologia do BIM. As Universidades do país operam com pesquisas na área BIM e modelos 3D.

Quanto ao uso do BIM nos Estados Unidos, Vivian Delatorre esclarece que:

Nos, EUA o National BIM Standard - US (NBIM-US) é desenvolvida e mantida pela BuildingSMART alliance (bSa), um desdobramento da BuildingSmart internacional, específico para a América do Norte. O National Institute of Building Science (NIBS) é uma organização sem fins lucrativos, não governamental, criada em 1974, cuja missão são os avanços nas ciências e tecnologias e vem contribuir para o melhor desempenho dos edifícios. As normas desenvolvidas por alianças, que partem de um conjunto de todas as partes interessadas, têm sido exemplo para muitos países criarem as próprias normas (KHEMLANI, 2012). Nos EUA, a implementação está fortemente associada às iniciativas da GSA (General Services Administration), órgão responsável pela construção e manutenção dos edifícios federais dos EUA, e desde 2003 apoia a implementação do BIM, juntamente com as tecnologias 3D e 4D (DELATORRE, 2014, p. 65)

Já no Brasil, de acordo com Delatorre, um dos problemas enfrentados quando da implementação do BIM é a necessidade de uma normatização. Nesse sentido, afirma que:

Embora a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), esteja trabalhando no projeto CEE-134 Modelagem de Informação da Construção, a parte I da Norma, que dispõe sobre terminologia e classificação, só foi disponibilizada para consulta pública na metade de 2011, cujo resultado é a Norma ABNT NBR 15965-1:2011: Sistema de classificação da informação da construção Parte 1: Terminologia e estrutura, no mesmo ano. (DELATORRE, 2014, p. 66)

Kreider e Messner (2013), destacam uma estratégia de aplicação do BIM durante o ciclo de vida de um empreendimento, nela, objetivos primários como: gerenciamento, criação, análise, comunicação e implementação são caracterizados como componentes para atingir os objetivos específicos da edificação.

Uchoa propôs um método utilizando o BIM 5D, oportunidade em que foi feita modelagem de banco de dados e custo, de modo que a cada evolução da obra, eram ativadas as camadas que estavam concluídas e o que deveria ser objeto de planejamento. O autor apontou que obteve resultado satisfatório, uma vez que o sistema fluiu bem quanto ao controle de custos e progresso da construção (UCHOA, 2017)

Ainda de acordo com a pesquisa realizada por Uchoa, 13% dos 87 trabalhadores (entre arquitetos, engenheiros, empreiteiros, proprietários, técnicos, executores de diversos níveis de escolaridade e estagiários) no setor de construção civil entrevistados não conhecem a sua própria forma de gerenciamento.

Dessa forma, infere-se que o Brasil, apesar da crescente aplicação dessa metodologia, ainda possui um longo caminho no tocante à utilização do BIM e, ainda, que se mostra necessária a colaboração dos setores público e privado, bem como das instituições envolvidas no setor de construção civil.

2.2 GERENCIAMENTO DE CUSTOS

Já, acerca do orçamento dos projetos, disserta Sauer:

A essência de um sistema de gestão de custos na construção civil é monitorar a evolução de empreendimentos e avaliar as suas implicações em relação ao custo final. Cabe a esse sistema, disponibilizar informações que possibilitam ver, de antemão, a tendência do desenvolvimento dos custos e prazos, criando, desta forma, um sistema de advertência para gerenciar interações e alterações que porventura houver (STALLWORTHY, 1980). Desta forma, o sistema de gestão de custo deve estar em plena sintonia com o sistema de gestão da empresa de uma forma ampla, a fim que os gerentes possam utilizar plenamente as informações geradas, atualizadas ao contexto da organização (SAUER, 2020, p. 39)

O Guia PMBOK® foi desenvolvido pela *Standards Committee* do *Project Management Institute - PMI®* e procura utilizar os principais elementos a serem utilizados em um projeto. Este guia tem a finalidade da padronização dos processos, com a identificação dos procedimentos, áreas de conhecimento, técnicas e regras.

De acordo com o PMBOK, o gerenciamento de custos de um projeto, inclui os processos de: planejamento, estimativa, orçamento, financiamento, gerenciamento e controle de custos. Os processos de Gerenciamento dos Custos do Projeto são: Planejar o gerenciamento dos custos; estimar os custos; determinar o orçamento e controlar os custos. (PMBOK, 2017)

De acordo com o Guia:

Os processos de Gerenciamento dos Custos do Projeto são:

7.1 Planejar o Gerenciamento dos Custos—O processo de definir como os custos do projeto serão estimados, orçados, gerenciados, monitorados e controlados. 7.2 Estimar os Custos—O processo de desenvolver uma aproximação dos recursos monetários necessários para terminar o trabalho do projeto. 7.3 Determinar o Orçamento—Processo que agrega os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada. 7.4 Controlar os Custos—O processo de monitoramento do status do projeto para atualizar custos e gerenciar mudanças da linha de base dos custos. (PMBOK, 2017, p. 231)

Extrai-se do guia citado que planejar o gerenciamento dos Custos é o processo pelo qual se definem como os custos serão operados. O principal benefício dessa parte é a orientação e instrução da forma como eles serão gerenciados ao decorrer do projeto.

A segunda fase, de estimar os custos, corresponde a uma projeção estimada dos recursos necessários na execução do projeto, definindo o financeiro. O referido processo é realizado de forma periódica, de acordo com as necessidades do projeto.

Posteriormente, determinar o objeto relaciona-se ao ato de estabelecer uma linha de base dos custos autorizada. Neste processo ocorre a determinação da linha de base dos custos para o monitoramento e o controle do desempenho do projeto.

Por fim, o controle de custos é o processo de monitoramento do andamento do projeto, realizando as atualizações e gerenciamento das mudanças feitas no orçamento. Com o controle de custos, é possível manter a linha de base de custos atualizada ao decorrer do projeto.

Correlacionando a adoção do BIM com o gerenciamento de custos, Koelln disserta:

Os ganhos em custo para o mercado da construção civil através da adoção de BIM podem ser analisados sob diversas óticas, algumas delas objetivas e concretas, outras mais subjetivas, de difícil análise, porém de fácil compreensão. Alguns pontos são inerentes ao modelo e as suas características, como o uso de famílias e seus respectivos tipos, parâmetros utilizados, entre outros. Estes são diretamente ligados à composições de custo direto. (KOELLN, 2015, p. 42)

De acordo com Drucker, a importância do sistema de gestão de custos não está somente na precisão de valores ou em seu detalhamento, mas no prazo de disponibilidade e na relevância de seu conteúdo. Sendo importante que as informações geradas enfatizem fatores que precisam de atenção num tempo hábil, para que decisões futuras sejam tomadas (DUCKER, 1995).

Dessa forma, a elaboração do orçamento com o devido gerenciamento de custo é fundamental para o bom planejamento. Apenas com o controle dos gastos de um projeto é que se torna possível a realização do empreendimento, bem como as demais etapas do cronograma do projeto.

2.3 GERAÇÃO DE QUANTITATIVOS E ORÇAMENTAÇÃO

Aliada a uma boa análise de custos de cada elemento da construção civil, a geração de quantitativos é um relevante fator no resultado final da obra. A utilização do BIM permite maior precisão no levantamento quantitativo e sua relação com os custos, reduzindo a possibilidade de erros no projeto.

Conforme já exposto, o orçamento de uma obra depende de diversos processos que visam auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisões durante a execução da obra.

Infere-se então, que o uso do BIM vem no sentido de facilitar o processo de quantificar, possibilitando rapidamente visualizar e avaliar as condições da obra. Com isso, possibilita maior tempo e meios para otimização dos orçamentos, contribuindo em muito no processo de gestão de custos.

Para Alder, a vantagem da utilização do BIM é que, desde o início da fase de projeto, todos os componentes do modelo são inter-relacionados. Todos os dados paramétricos são relacionados com todos os elementos no projeto o que auxilia os projetistas a criarem projetos mais completos (ALDER, 2006).

Ao utilizar o BIM, é possível extrair o número de componentes, a quantidade de materiais necessária à construção, bem como as medidas como área e volume do projeto. Dessa forma, pode ser realizado cálculo mais preciso acerca das despesas necessárias, do tempo de finalização do projeto, entre os demais aspectos que são objetos de cálculos em um empreendimento.

Em análise aos pontos já expostos acerca do BIM, infere-se que a ferramenta possibilita informações de quantidades e custos da obra, o que intervém diretamente na estimativa de custo, uma das fases da gestão orçamentária. Além de contribuir para a estimativa, o BIM mostra-se útil em todas as fases do empreendimento, vez que mantém dados atualizados das construções, com números reais acerca do projeto.

Dessa forma, um dos usos em destaque do BIM pode ser definido como a extração de quantitativos dos modelos para a geração de estimativas no orçamento em todas as fases do projeto bem como da obra.

O processo de extração de dados, quando realizado pelo BIM, além de serem mais precisos, são feitos de forma mais rápida que quando realizado de forma tradicional baseada na leitura e interpretação do projeto pelo orçamentista.

Nesse sentido, com o uso do BIM é possível que se estabeleça com precisão uma estimativa de custo de um projeto, advinda diretamente do modelo em questão. Contanto com a exportação da informação utilizada no BIM, um banco de dados de custos pode produzir uma precisa estimativa de custo, de maneira mais veloz que o método tradicional.

De acordo com Eastman *et al*, a utilização de *softwares* que realizam leitura de dados geométricos e não geométricos, é possível, a partir da quantificação de um projeto modelado em BIM, que a haja a geração automática de uma estimativa de custo, de detalhes dos desenhos e de relatórios acerca do projeto. Portanto, a partir do resultado da quantificação feita através do *software* atrelado a um banco de dados com informações das composições de custos de cada atividade é gerado uma estimativa de custos do projeto. Diante disto, permite-se

que a equipe de construção se concentre somente nas informações e tomadas de decisões do projeto, sem ter que despender maior tempo em outros assuntos. (EASTMAN, *et al*, 2011)

2.4 O BIM 5D

Acerca da utilização de softwares no levantamento de quantitativos para orçamento e planejamento de obras dissertou que o ideal seria ter um software com tripla função, haja vista a necessidade de projetar, gerar as quantidades e elaborar a planilha de orçamento (CARDOSO, 2014). Os softwares BIM possuem algumas tecnologias para integrar as funções propostas por Cardoso, a partir da metodologia BIM 5D.

Azevedo verifica que a principal vantagem da modelagem 5D (modelagem + tempo + custos) para os construtores é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo e de materiais, reduzindo também alterações durante a execução das obras (AZEVEDO, 2009).

Com o BIM 5D, podem ser controladas as atividades críticas que se revelam durante a execução, compreender e avaliar o projeto final e criar uma maior harmonia entre as etapas.

O enfoque da modelagem 5D são os custos. Portanto é necessário traçar um paralelo entre a estimativa de custo e orçamento, que junto ao quantitativo fornecido por ferramentas BIM possibilita atingir mais precisão e economia em orçamentos e cronogramas físicos financeiros (GOUVÊA *et al.*, 2013).

Todas as ferramentas BIM fornecem recursos para a extração de quantitativos de componentes, quantidades de material, área e volume dos espaços. Esses recursos também incluem ferramentas para exportação de dados quantitativos em uma planilha ou uma base de dados externa (EASTMAN, 2008).

A modelagem BIM 5D é utilizada para extração de quantitativos e preparação de orçamento. De maneira geral, os modelos BIM 5D se apresentam superiores aos métodos tradicionais de extração de quantitativos baseados em desenhos 2D do empreendimento (CHAREF *et al.*, 2018).

2.5 ORÇAMENTAÇÃO A PARTIR DO REVIT

O Revit é uma das ferramentas muito utilizadas no âmbito da construção civil. De acordo com Honda:

O Revit Architecture da Autodesk é um dos mais difundidos softwares de modelagem BIM do mercado. Sua difusão e popularização, dentre alguns fatores, é a grande presença da sua desenvolvedora, a empresa Autodesk Inc., no mercado da construção civil. A Autodesk, também proprietária do programa Autocad, software ainda muito utilizado para geração de desenhos digitais, deu ao Revit aparência amigável e seguindo a estrutura de layout do Autocad (HONDA, 2016, p.46)

Ainda de acordo com o autor, o sistema possibilita a modelagem de arquitetura, estruturas e instalações no mesmo ambiente. Saliencia o autor, ainda, que apesar de alguns pontos em comum com o AutoCad, os conceitos envolvidos são diferentes (HONDA, 2016).

Sobre suas funcionalidades, explica o autor:

O Revit utiliza o conceito de “famílias” para a organização dos elementos. Uma família é um conjunto de elementos com parâmetros e um objeto gráfico relacionado. As configurações de tabela, elementos anotativos para representação gráfica e configurações de sistema são controlados pelas famílias. O programa em sua versão padrão já possui algumas famílias instaladas e, nas versões mais atuais, contém pacotes de famílias adaptados aos diversos países onde a Autodesk atua. Na versão 2016 do software, o pacote de instalação em português brasileiro possui um pacote de famílias (Figura 4) com elementos mais comumente utilizados no país. Para aplicar essas famílias no projeto, basta carregá-las. (HONDA, 2016, 49)

Dessa forma, infere-se que o Revit permite que sejam feitos os cálculos e a quantificação dos elementos aplicados no projeto por meio de tabelas.

O Revit não cumpre a função de realizar todo o processo de orçamentação de um empreendimento, mas pode auxiliar de forma relevante no levantamento de quantidades de insumos e serviços (FENATO, 2017).

Ainda, Fenato estabeleceu diretrizes iniciais para a adequação da modelagem no Revit ao orçamento executivo, como um mapeamento dos critérios de quantificação do software em relação as classes de objetos. Foi realizado um estudo que identificou as informações que pudessem ser inseridas no modelo, de modo que facilitasse a extração de quantitativos dos elementos modelados, de acordo com da abordagem operacional. Após análise inicial da modelagem de macro operações, foram adicionados parâmetros aos objetos durante o processo de modelagem, visando a otimizar esse processo e automatizar a extração de quantitativos do modelo para o orçamento operacional (FENATO, 2017).

O autor concluiu ser possível a elaboração do orçamento operacional a partir do Revit, porém, ressaltou que ela pode ser trabalhosa, devido à falta de algumas classes de objetos que precisariam ser abordados nele.

2.6 PROGRAMAÇÃO VISUAL A PARTIR DO DYNAMO

O Revit propositalmente possui uma interface de programação de aplicações (API) com menos barreiras para o desenvolvimento de ferramentas ou plugins para a plataforma, sendo assim, usuários possuem liberdade para criar processos de trabalhos mais rápidos e eficientes diminuindo as chances de acontecer erros e retrabalhos provenientes destes.

Vale ressaltar que a programação “tradicional” é composta por códigos e linguagens específicas que demandam um profundo conhecimento prévio e específico para a plataforma utilizada e desenvolvimento do algoritmo. Sendo assim, a programação visual tem ganhado espaço por mitigar essas barreiras iniciais, facilitando a curva de aprendizagem que o usuário no qual, são em maioria engenheiros e arquitetos, não possuem conhecimentos amplos para essa atividade.

A programação visual é baseada em textos bem como a metodologia tradicional, porém, o programador não possui acesso direto ao código, mas sim a elementos que representam visualmente o algoritmo que está oculto.

O AutoDesk Dynamo (programa que coexiste com o Revit), é o facilitador para a criação de algoritmos por meio dessa técnica. Nela são utilizados nós que realizam uma função pré-determinada e, por meio de “fios”, eles são conectados seguindo um fluxo lógico determinado pelo usuário.

De acordo com a AUTODESK (2019):

Dynamo é uma plataforma de *software* de código aberto para design computacional e modelagem de informações de construção (BIM). Por meio de uma interface visual amigável, construa rotinas lógicas para suavizar e automatizar fluxos de trabalho, encontrar soluções ideais e filtrar as opções de design.

Com o uso da programação visual, Medeiros (2017), a partir do Autodesk *Dynamo* trouxe uma nova perspectiva de dimensionamento de projetos de instalações hidrossanitárias.

Sobre às rotinas disserta o autor:

Quanto às rotinas de programação visual, uma grande vantagem proporcionada é a personalização do processo e de como acontece a apresentação dos resultados. Ademais, percebeu-se que em poucos nós de programação, consegue-se um número considerável de informações e em pouco tempo. (MEDEIROS, 2017, p.74)

Sendo assim, é deduzido que o uso de programação visual tem sido um principal agente catalisador nos processos de desenvolvimento dos projetos AEC, aumentando a produtividade e assertividade dos dimensionamentos em instalações por exemplo.

2.7 O USO DO EXCEL COMO FACILITADOR PARA ORÇAMENTOS DINÂMICOS

Conforme mencionado anteriormente, as tabelas utilizadas no Revit podem ser trabalhosas. Nesse sentido, é importante analisar acerca da utilidade do Excel como ferramenta facilitadora no processo de gestão de custos.

As ferramentas BIM possuem recursos para exportar informações parametrizadas bem como de quantitativos para uma planilha ou banco de dados externo, como o Excel. Dessa forma, considerando a possibilidade da criação de tabelas por meio deste programa e que o referido instrumento é utilizado comumente entre as empresas, mostra-se como um grande facilitador no processo de criação de orçamentos.

A integração dos sistemas já mencionados, como o Microsoft Excel, BIM e Revit, possibilita o trabalho simultâneo entre os profissionais com maior eficiência e, ainda, implica na redução das incompatibilidades de dados e resultados.

A possibilidade de exportar as tabelas e planilhas auxilia os profissionais na utilização dos diferentes programas, se adequando cada um a seu modo de trabalhar sem divergir nos dados.

Todos os programas mencionados se mostram consistentes na extração de dados e compartilhamento destes, devido à interoperabilidade dos *softwares*, sendo possível a realização de um orçamento e gestão de custos efetiva, detalhada e mais precisa.

3 METODOLOGIA

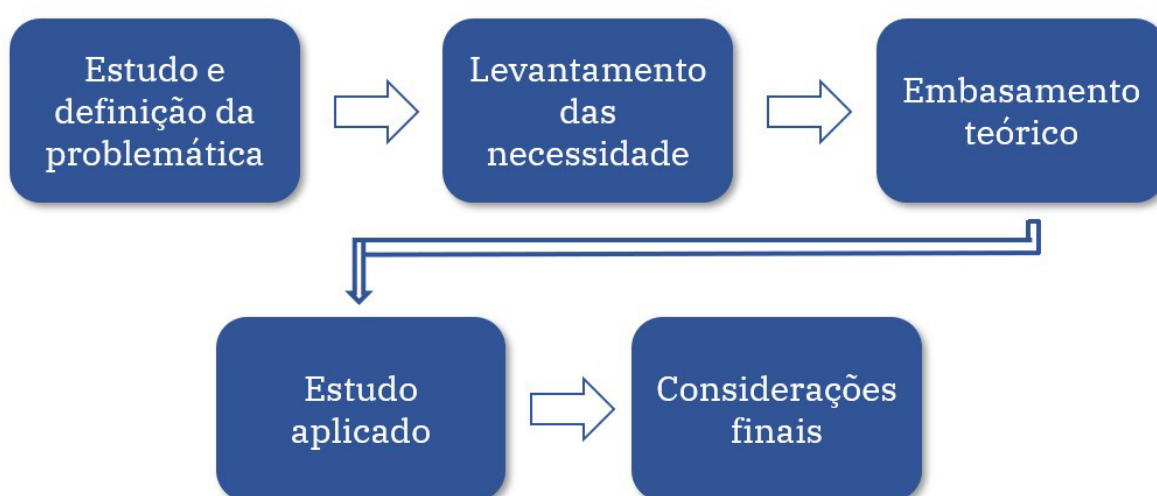
Para a determinação das estratégias de pesquisa no desenvolvimento dessa metodologia, primeiramente foi realizado um enquadramento metodológico do trabalho para servir como base do estudo a ser realizado.

Em princípio, a partir de estudos em fóruns e grupos, bem como entrevistas com projetistas, foi possível levantar problemáticas e necessidades em relação a quantificação e orçamentação em projetos de instalações, tendo em vista isso, o trabalho foi classificado como uma pesquisa aplicada por se tratar de um método que gerará conhecimentos e aplicações práticas à solução da problemática. Além disso, como estratégia de pesquisa será feito um estudo de caso de uma sequência de passos para a criação de orçamentos de forma automatizada dos materiais existentes no projeto a partir do uso de ferramentas usuais no cotidiano do projetista.

Ademais, no que diz respeito aos dados analisados, serão produzidos dados quantitativos que, pelo uso de ferramentas de planilha, terão conexão com valores oriundos da tabela de custos da SEINFRA-CE.

Logo, para o desenvolvimento desse estudo foram pré-determinadas etapas que seguem uma sequência lógica de desenvolvimento da pesquisa. Na figura 1 esses passos estão ilustrados pelo fluxograma:

Figura 1 - Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

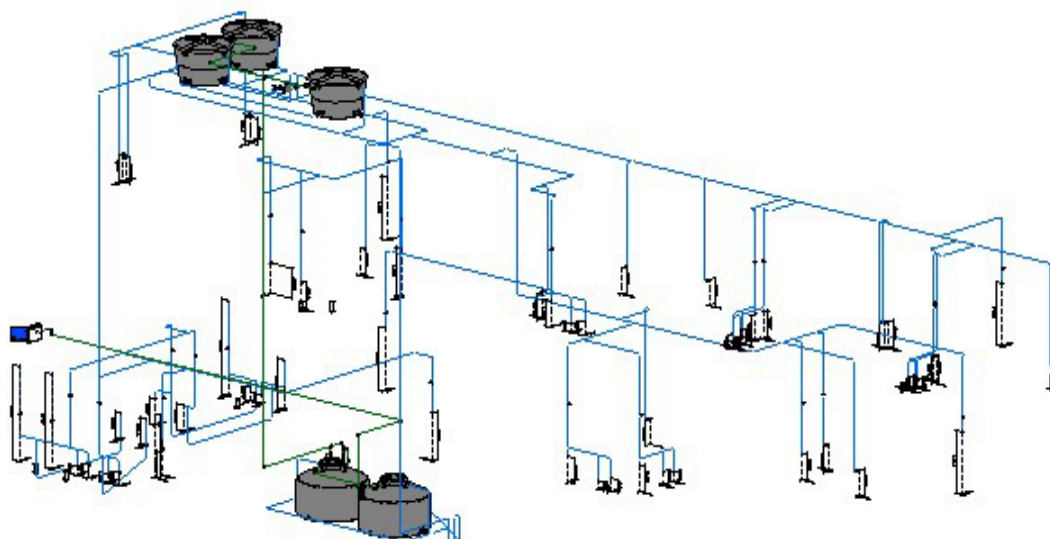
3.1 ESTUDO APLICADO

3.1.1 DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO

Para o estudo em questão, adotou-se como premissa que o projeto a ser objeto do trabalho fosse constituído de elementos usuais em instalações de água fria e esgotamento sanitário. Sendo assim, por meio de parceiros foi disponibilizado um projeto de instalações hidrossanitárias de uma unidade de clínica médica localizada no município de Brasília – DF, Brasil cuja qual possui 1050 m² de área total construída.

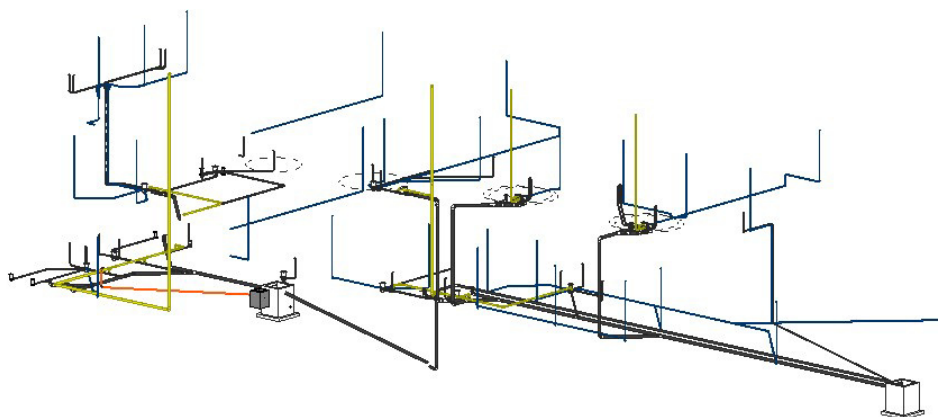
Para as instalações hidráulicas o projeto é constituído de abastecimento dos reservatórios superiores a partir de bombas que recalcam água do subsolo para as caixas principais localizadas no pavimento de cobertura da edificação à nove metros de coluna d'água. Além disso, a distribuição para os pontos de consumo é feita a partir de pressurização. Já para as instalações sanitárias o projeto está dividido em sistemas de esgotamento primário, gorduroso, ventilação e drenagem de ar condicionados. Nas figuras 2 e 3 estão ilustradas as instalações hidráulicas e sanitárias da edificação:

Figura 2 - 3D Instalações hidráulicas modeladas no REVIT



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - 3D Instalações hidrossanitárias modeladas no REVIT



Fonte:

Elaborado pelo autor.

3.1.2 BIBLIOTECA DE MATERIAIS

Na fase de criação da biblioteca dos materiais, inicialmente foi feito o *download* da tabela de custos da SEINFRA sem desoneração¹ (Tabela 027) pelo site da secretaria de infraestrutura do governo do estado do Ceará. O material serviu como base para os valores unitários dos objetos.

Ademais, para a criação dos códigos foram definidos caracteres que separam características dos elementos onde cada combinação gerasse uma sequência única que traduz aquele material.

Sendo assim, o código foi dividido em 3 combinações nas quais a primeira indica a categoria do material utilizado (baseado nas categorias do Revit), a segunda representa o tipo de instalação e a última combinação indica as dimensões do material. A figura 4 ilustra a metodologia de nomenclatura:

Figura 4 - Demonstrativo do código

XX	.YYY	.ZZZ
Categoria	Tipo	Dimensão

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹Sem desoneração compreende quando os custos de mão de obra possuem encargos sociais referentes a contribuição de 20 % de INSS sobre a folha de pagamento.

3.1.2.1 COMBINAÇÃO 1 (XX)

O programa Revit possui diferentes categorias para diferenciar os materiais existentes no projeto, para instalações hidráulicas são destacadas três tipos distintos que nomeiam os dois primeiros dígitos (XX) do código que são: *Pipes* (PI), *Plumbing Fixtures* (PF) e *Pipe accessories* (PA).

3.1.2.2 COMBINAÇÃO 2 (YYY)

Já a segunda combinação é definida pelos parâmetros de tipo de material, para os dois primeiros caracteres e tipo de instalação da peça (sob piso, embutido, sobre forro) no terceiro caractere. As tabelas 1, 2, 3 e 4 indicam os valores utilizados:

Tabela 1 – Tipo de instalação

INSTALAÇÃO	
0	NÃO INDICADO
1	PISO
2	ALVENARIA
3	FORRO

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Tipos de tubos código

TUBOS	
TUBO PVC SOLDÁVEL	01
TUBO PVC ROSCÁVEL	02
TUBO DE AÇO GALVANIZADO	03
TUBO CPVC	04
TUBO PPR	05
TUBO FLEXTMP	06
TUBO ESGOTO SÉRIE NORMAL	07
TUBO ESGOTO SÉRIE REFORÇADA	08

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Tipos de conexões código

CONEXÕES	
ADAPTADOR SOLDÁVEL C/FLANGE P/CX D'ÁGUA	01
ADAPTADOR PVC PARA REGISTRO	02
BUCHA DE REDUÇÃO PVC ROSCÁVEL	03
CURVA 45° PVC SOLDÁVEL	04
CURVA 90° PVC SOLDÁVEL	05
JOELHO PVC COM BUCHA DE LATÃO	06
JOELHO PVC 45° SOLDÁVEL	07
JOELHO PVC 90° SOLDÁVEL	08
JOELHO PVC ROSCÁVEL	09
LUVA PVC COM BUCHA DE LATÃO	10
LUVA PVC SOLDÁVEL COM ROSCA	11
LUVA PVC SOLDÁVEL	12
LUVA PVC ROSCÁVEL	13
TE PVC SOLDÁVEL	14
TE PVC COM BUCHA DE LATÃO	15
UNIÃO PVC SOLDÁVEL	16
UNIÃO PVC ROSCÁVEL	17
LUVA DE REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL	18
JOELHO 45° PVC SÉRIE NORMAL	19
JOELHO 90° PVC SÉRIE NORMAL	20
LUVA DUPLA PVC	21
LUVA SIMPLES PVC	22
REDUÇÃO EXCÊNTRICA PVC	23
TERMINAL DE VENTILAÇÃO	24
TE PVC PARA ESGOTO	25
TE PVC COM REDUÇÃO P/ESGOTO	26
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA PVC SOLDÁVEL	27
ADAPTADOR AUTOAJUSTÁVEL P/ CX D'ÁGUA	28
ADAPTADOR PARA SAÍDA DE VASO SANITÁRIO 100 mm	29
JUNÇÃO PVC PARA ESGOTO	30
ANTIESPUMA 150 mm	31
CAIXA DE GORDURA PEQUENA 30x30	32
CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO, ALVENARIA 60x60cm	33
CAIXA D'ÁGUA	34
CAIXA SINFONADA GIRAFÁCIL	35
CAIXA SINFONADA COM GRELHA	36
PROLONGADOR PARA CAIXA SINDONADA	37
RALO QUADRADO	38
TORNEIRA ANGULAR DE JARDIM	39
TORNEIRA BOIA	40
CAIXA DE GORDURA PEQUENA 30X30	41
CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO 60X60	42
CAIXA SINFONADA GIRAFÁCIL MONTADA COM TAMPA CEGA	43

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Tipos de válvulas código

VÁLVULAS	
REGISTRO DE GAVETA BRUTO	01
REGISTRO DE GAVETA CROMADO	02
REGISTRO DE PRESSÃO	03
REGISTRO DE PRESSÃO EM BRONZE	04
REGISTRO GLOBO	05
VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL	06
VÁLVULA DE RETENÇÃO ESG	07
FILTRO PARA CAIXA D'ÁGUA	08
HIDRÔMETRO COM TAMPA	09
VALVULA DE RETENÇÃO VERTICAL	10

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.2.3 COMBINAÇÃO 3 (ZZZ)

A terceira combinação refere-se às dimensões dos materiais. Para tubos e válvulas, por serem elementos de dimensões que não se alteram, foram utilizados números para representar o arranjo. Já para as conexões, como alguns elementos possuem diferentes diâmetros em suas extremidades, por exemplo, tês e junções, foram utilizadas letras para representar essas dimensões nas quais estão demonstradas nas tabelas a seguir. Além disso, cada caractere representa uma extremidade da peça onde a organização da combinação do código é feita de forma decrescente de dimensões.

Tabela 5 - Diâmetros conexões e peças código

DIÂMETROS CONEXÕES E PEÇAS	
020 - 1/2"	A
025 - 3/4"	B
032 - 1"	C
040 - 1 1/4"	D
050 - 1 1/2"	E
060 - 2"	F
75 - 2 1/2"	G
85 - 3"	H
110 - 4"	I
125	J
150	K
200	L

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definidas todas as combinações, foi criada uma biblioteca na qual os materiais do projeto foram nomeados com seus respectivos códigos de referência que possuem conexão direta com os elementos da tabela da SEINFRA, extraindo assim seus valores unitários onde são armazenados em uma aba de resumo. A tabela 6 ilustra a biblioteca dos elementos:

Tabela 6 - Tabela resumo dos elementos

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	CÓDIGO SEINFRA	UNID	VALOR
PI.010.025	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 25MM (3/4')	I2200	M	2,99
PI.010.032	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 32MM (1')	I2201	M	6,71
PI.010.040	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 40MM (1 1/4')	I2202	M	9,77
PI.010.050	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 50MM (1 1/2')	I2203	M	11,19
PI.010.060	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 60MM (2')	I2204	M	18,89
PI.010.075	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 75MM (2 1/2')	I2205	M	31,64
PI.010.085	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 85MM (3')	I2206	M	39,54
PI.020.025	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 3/4"	I2223	M	8,06
PI.020.032	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 1"	I2218	M	15,64
PI.020.040	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 1 1/4"	I2217	M	21,18
PI.020.050	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 1 1/2"	I2216	M	26,35
PI.020.060	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 2"	I2221	M	37,34
PI.020.075	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 2 1/2"	I2220	M	58,17
PI.020.085	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 3"	I2222	M	75,23
PI.020.110	TUBO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DE 4"	I2224	M	90,83
PI.030.015	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 15MM (1/2')	I2166	M	17,91
PI.030.020	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 20MM (3/4')	I2167	M	22,66
PI.030.025	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 25MM (1")	I2168	M	33,62
PI.030.032	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 32MM (1 1/4')	I2169	M	42,4
PI.030.040	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 40MM (1 1/2')	I2170	M	49,25
PI.030.050	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 50MM (2')	I2171	M	71,02
PI.030.065	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 65MM (2 1/2')	I2172	M	88,14
PI.030.080	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 80MM (3')	I2173	M	118,61
PI.030.100	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 100MM (4')	I2163	M	163,35
PI.030.125	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 125MM (5')	I2164	M	244,57
PI.030.150	TUBO AÇO GALVANIZADO DE 150MM (6')	I2165	M	265,24
PF.010.AA0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 20MM	I0011	UN	7,8
PF.010.BB0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 25MM	I0012	UN	10,09
PF.010.CC0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 32MM	I0013	UN	15,43
PF.010.DD0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 40MM	I0014	UN	28,69
PF.010.EE0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 50MM	I0015	UN	28,8
PF.010.FF0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 60MM	I0016	UN	44,02
PF.010.GG0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 75MM	I0017	UN	140,58
PF.010.HH0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 85MM	I0018	UN	196,27
PF.010.II0	ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 110MM	I0010	UN	277,01
PF.020.BB0	ADAPTADOR PVC REGISTRO 25MM (3/4")	I6722	UN	0,71

Fonte: Elaborado pelo autor.

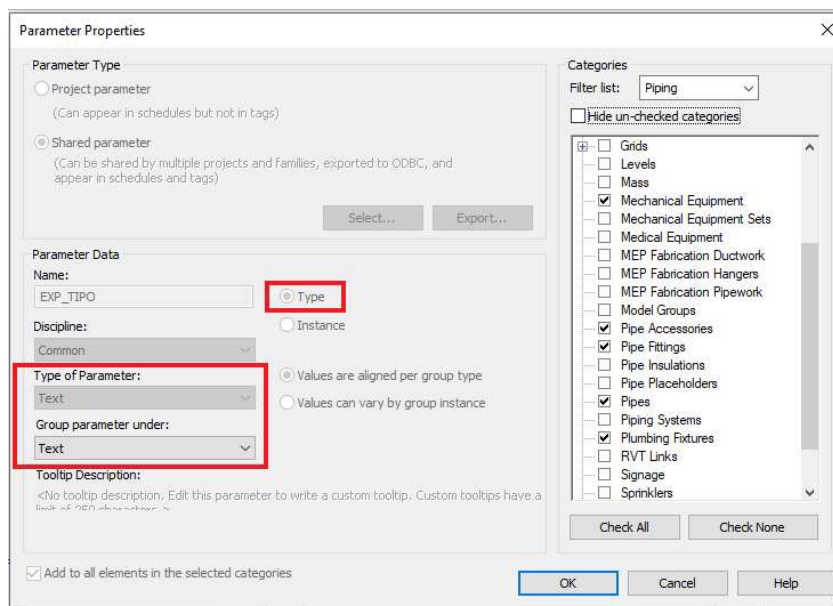
3.1.3 CONFIGURAÇÃO DE PARÂMETROS NO REVIT

Com os códigos decididos, a etapa seguinte é transcreve-los no Revit de tal modo que o programa realize de forma automatizada e a prova de erros. O próprio software propicia a criação de diversos parâmetros de projeto, cada indicador possui suas próprias características e regras que apontam algo relativo a aquele elemento que possui esses valores, um exemplo disso em instalações hidráulicas são: o sistema que um conector pertence, a direção do conector e a perda de carga de um ponto de consumo.

Logo, para a continuação da metodologia foram criados três parâmetros de texto, sendo o primeiro de tipo (`exp_tipo`) pertencente diretamente às propriedades de tipo da peça, este é preenchido com as duas primeiras combinações do código citadas no item anterior, o segundo parâmetro é de instância (`exp_inst`) no qual especifica as dimensões do elemento e o terceiro (`exp_cod`) faz a união dos dois primeiros definindo o código final para o material.

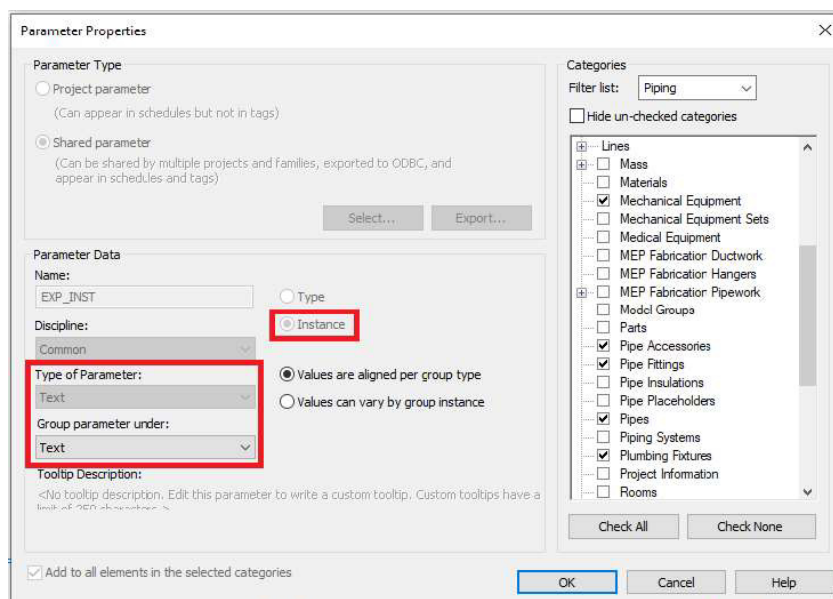
As figuras 5, 6 e 7 demonstram os detalhes de criação dos parâmetros além de como ficam organizados nas famílias e *template* do projeto:

Figura 5 - Propriedades de parâmetro de tipo



Fonte: Elaborado pelo autor.

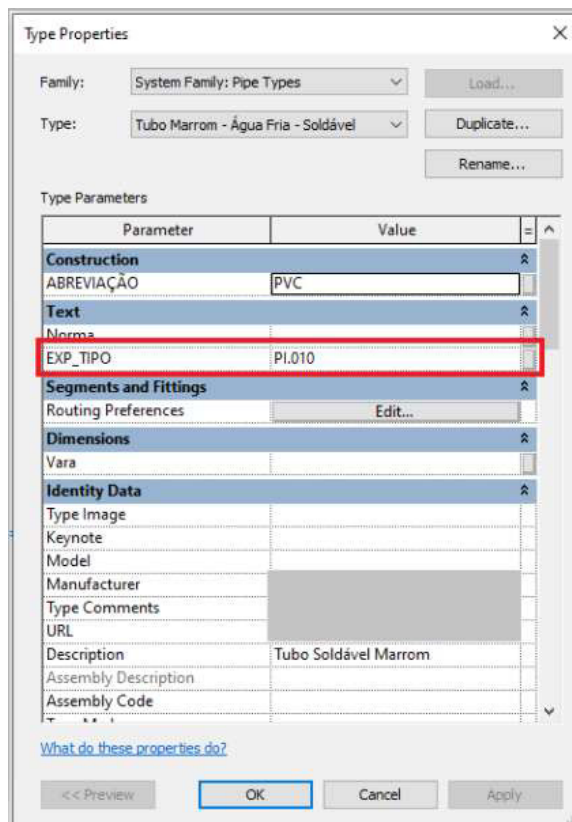
Figura 6 - Propriedades de parâmetro de instancia



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como as duas primeiras combinações do código indicam o tipo de material, elas possuem valores fixos, logo, o preenchimento desse parâmetro foi feito de forma manual para cada classe de elemento.

Figura 7 - Preenchimento de parâmetro de tipo



Fonte: Elaborado pelo autor.

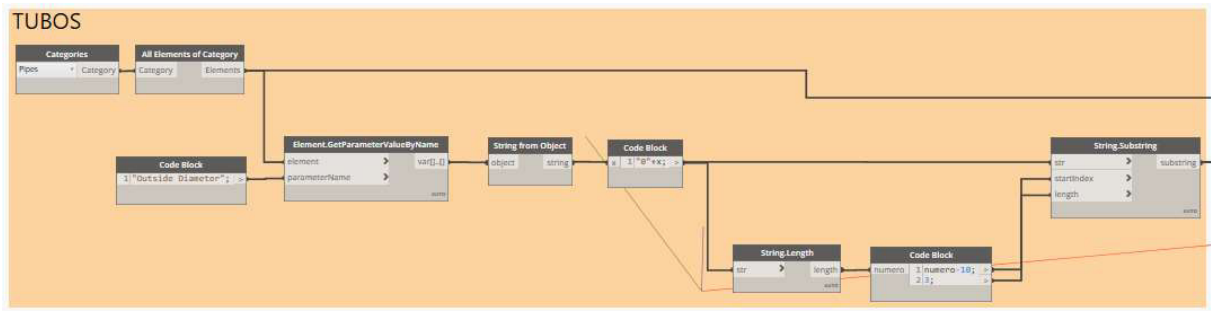
3.1.4 CRIAÇÃO DA ROTINA

Com as combinações 1 e 2 dos códigos definidas, foi dada sequência da metodologia para o preenchimento da terceira e última combinação do código. Para isso, pelo fato de cada projeto possuir diferentes materiais de distintas dimensões, foi necessário otimizar esse processo a partir de rotina de programação criada no Dynamo. Ademais, vale destacar que o programa possui subdivisões entre os tipos de materiais do projeto pois, para cada tipologia foi demandado uma lógica de programação diferente. Sendo assim, os tópicos a seguir destacam os procedimentos adotados para constituição desta.

3.1.4.1 LÓGICA PARA TUBOS

Para os tubos foram extraídos os valores do parâmetro “*outside diameter*” referentes as dimensões dos materiais. Com isso, a rotina faz um tratamento nos dados para adequar a nomenclatura do texto com o que foi pré-definido na etapa de biblioteca para a combinação 3 como ilustrado na figura 8:

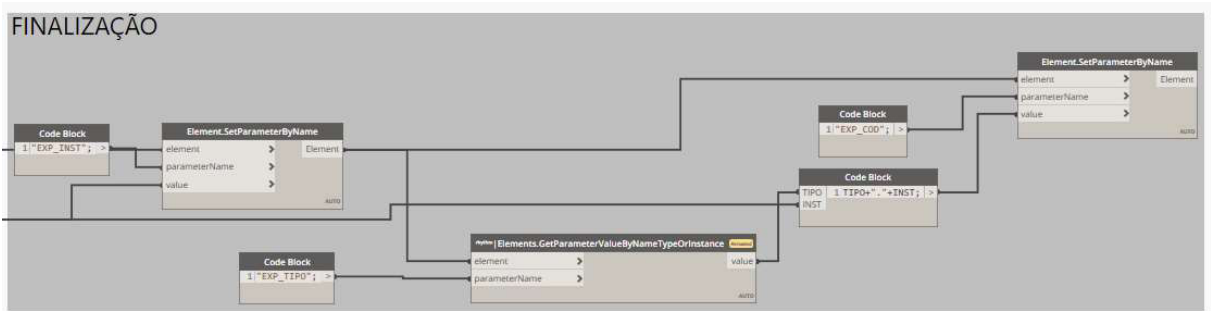
Figura 8 - Tratamento dos parâmetros de tubo programado no DYNAMO



Fonte: Elaborado pelo autor.

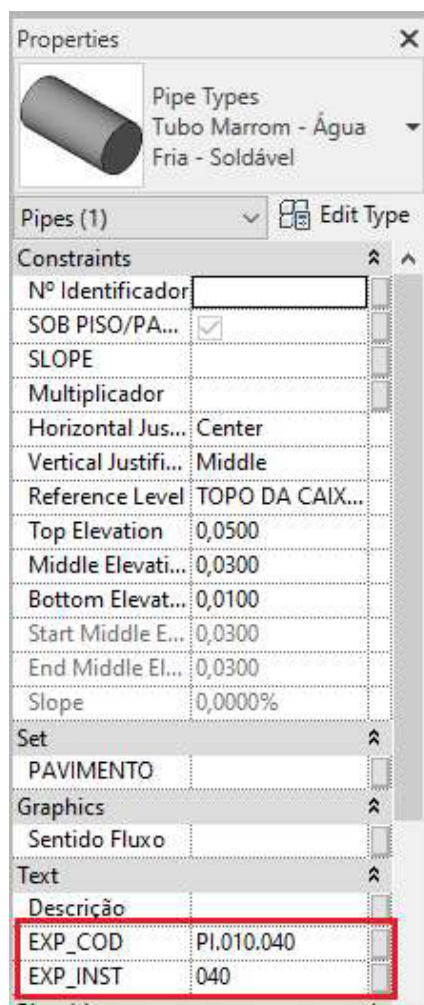
A partir de então o próximo passo se dá em compilar a lista gerada na etapa de tratamento e preencher nos parâmetros `exp_inst` e `exp_cod` nos materiais do projeto respectivamente como demonstrado nas figuras 9 e 10:

Figura 9 - Finalização do código programado no DYNAMO



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Parâmetro de código do elemento

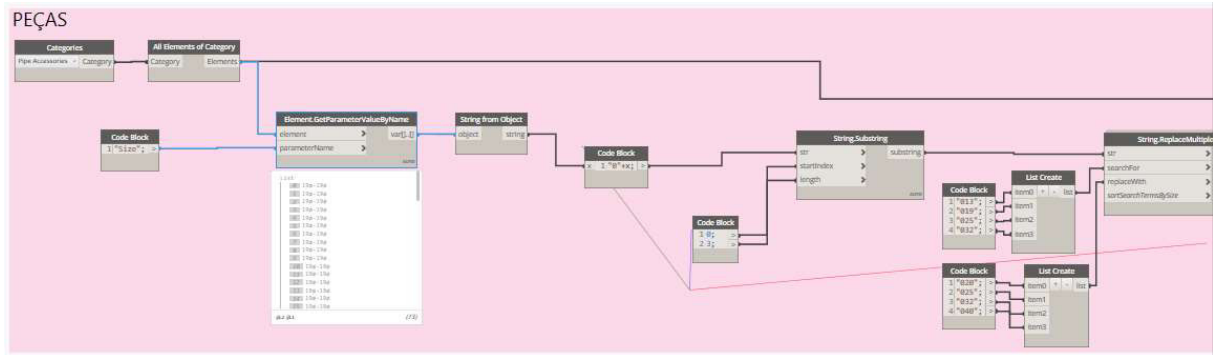


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.4.2 LÓGICA PARA VÁLVULAS

A metodologia utilizada para o tratamento dos dados das válvulas é parecida com o algoritmo dos tubos, porém, como o parâmetro inicial no qual os valores são extraídos deve estar presente em todas as peças desse tipo, foi utilizado um indicador diferente “Size” que também representa os diâmetros, porém, possui uma lista de importação diferente, sendo necessárias etapas diferentes demonstradas a seguir na figura 11:

Figura 11 - Tratamento dos parâmetros de peças programado no DYNAMO



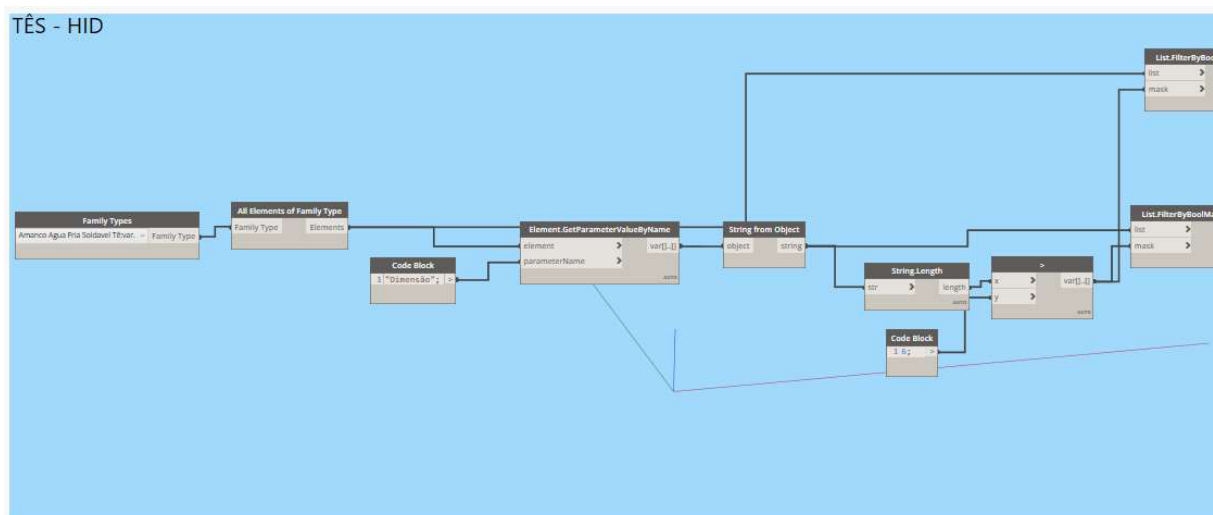
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores manipulados para a nomenclatura correta, foi repetida a etapa de preencher os parâmetros demonstrada no item anterior bem como ilustrada na figura 10.

3.1.4.3 LÓGICA PARA CONEXÕES

Já as conexões não possuem um parâmetro comum em todos os materiais, sendo assim, a primeira etapa de tratamento dos indicadores foi realizada individualmente para as peças como demonstrados nas figuras 12, 13 e 14 a seguir:

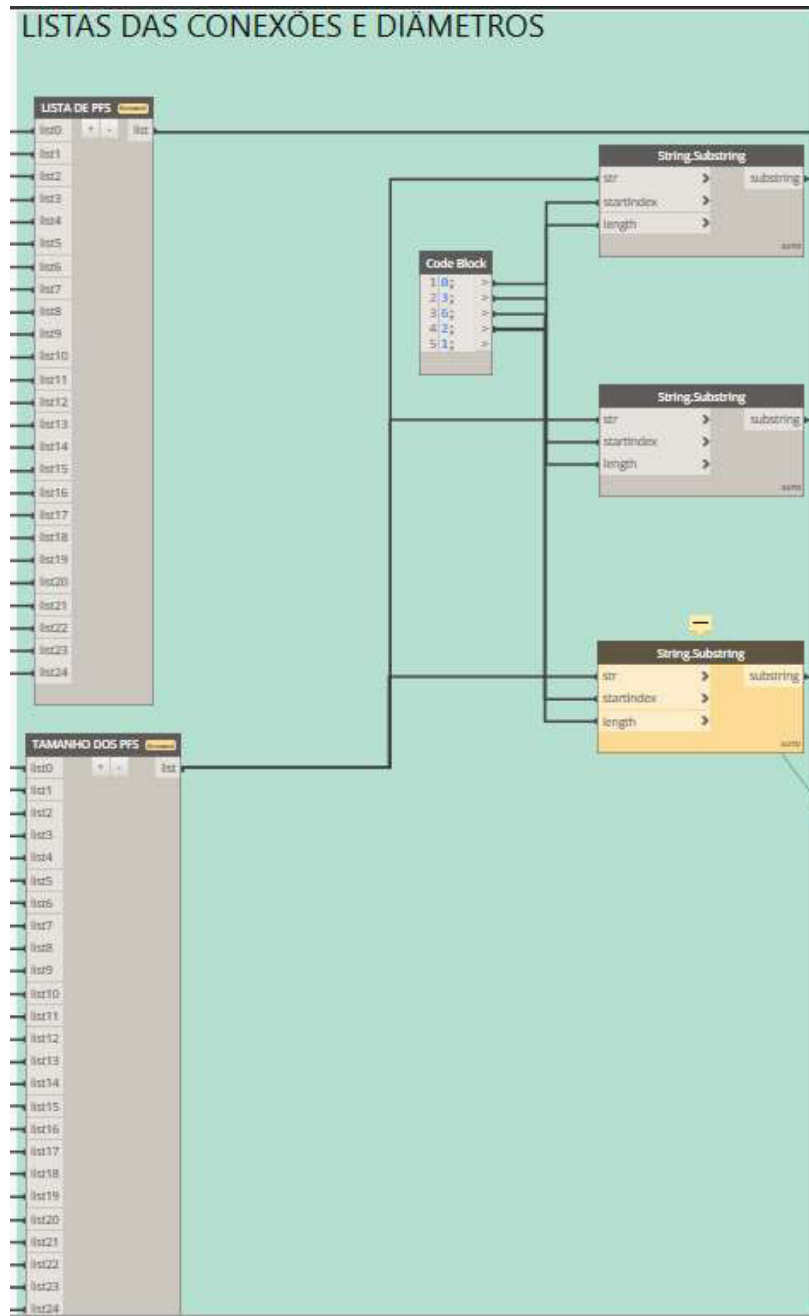
Figura 12 - Exemplo de tratamento de conexões programado no DYNAMO



Fonte: Elaborado pelo autor.

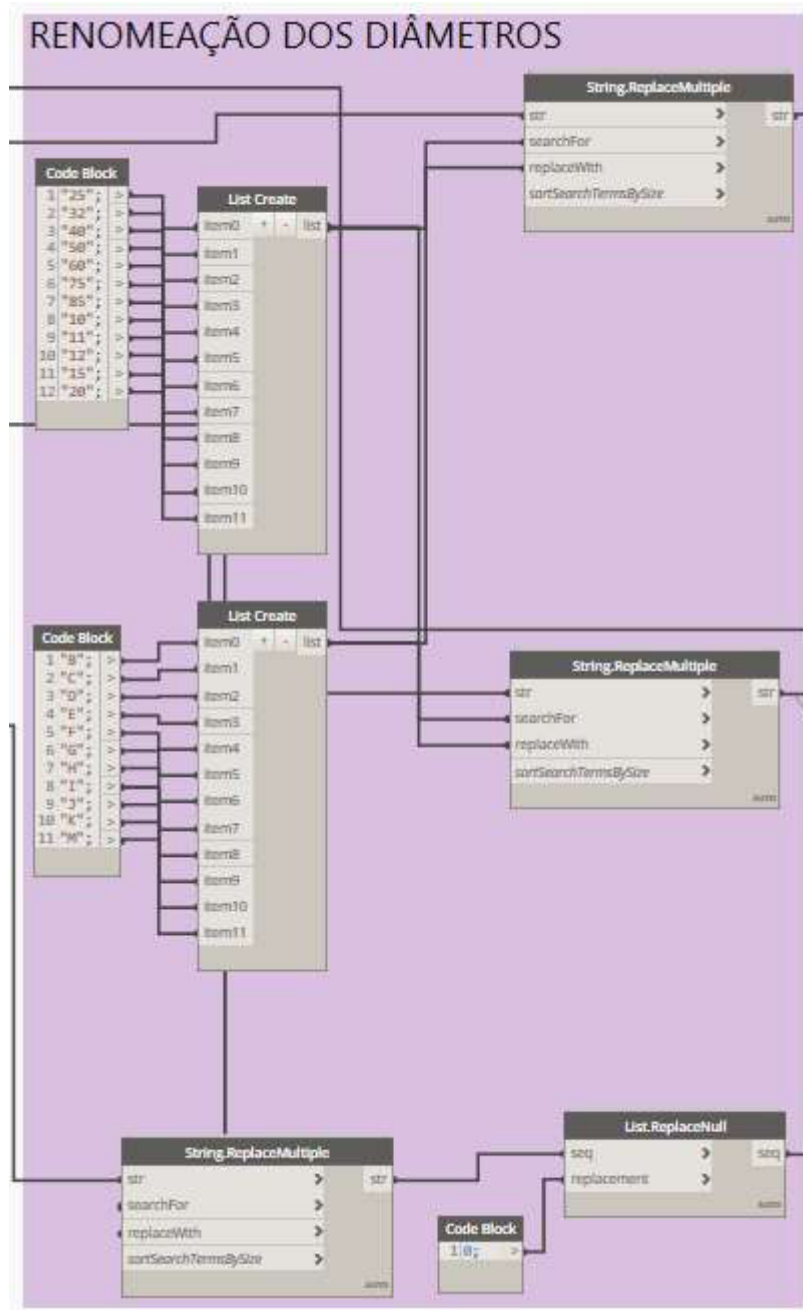
Com todas as dimensões corrigidas, a etapa seguinte foi compilar os valores dos elementos em listas que unifique em um nó todas as dimensões bem como as peças que elas representam. Além disso, como detalhado no item 3.1.2.3, as grandezas foram substituídas por caracteres para preencher os parâmetros de código das peças.

Figura 13 - Listas de conexões programada no DYNAMO



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 – Substituição dos valores por letras definidas previamente programado no DYNAMO



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.5 EXPORTAÇÃO DO QUANTITATIVO

Por se tratar de um programa baseado na metodologia BIM, o Revit possui famílias de materiais compostas por parâmetros e dados que descrevem detalhadamente as características do material em questão. Além disso, como citado no item 2.3, é possível realizar cálculos, inferências e quantitativos precisos a partir da plataforma.

Logo, para a continuação desse estudo foram criadas tabelas de quantitativos dentro do modelo do projeto. Vale destacar que além dos materiais e suas quantidades, a tabela possui dados importantes de especificação dos materiais além do parâmetro (exp_cod) que armazena os códigos dos materiais com demonstrado nos itens anteriores deste capítulo. Na tabela 7 segue planilha de quantitativo criada no Revit:

Tabela 7 - Quantitativo gerado por programa BIM

<3 - CONEXÕES>				
A	B	C	D	E
EXP_COD	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	QTD	PAVIMENTO
FF.280.CCO	Adaptador, em PVC Marrom, auto ajustável com rosca interna e junta de vedação para reservatórios, Amanco	DN 32mm	6	SUBSOLO
FF.280.DDO	Adaptador, em PVC Marrom, auto ajustável com rosca interna e junta de vedação para reservatórios, Amanco	DN 40mm	4	SUBSOLO
PVC Esgoto Série Normal				
FF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	3	SUBSOLO
FF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	2	TERREO
FF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	5	1ºPAV
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	8	SUBSOLO
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	21	TERREO
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	27	1ºPAV
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	1	SUBSOLO
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	4	TERREO
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	5	1ºPAV
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	2	SUBSOLO
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	1	TERREO
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	1	1ºPAV
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	16	SUBSOLO
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	32	TERREO
FF.200.DDO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	51	1ºPAV
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	3	SUBSOLO
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	8	TERREO
FF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	15	1ºPAV
FF.200.GGO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN75	2	SUBSOLO
FF.200.GGO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN75	1	TERREO
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	3	SUBSOLO
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	2	TERREO
FF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	11	1ºPAV
FF.300.DDD	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN40	5	TERREO
FF.300.DDD	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN40	6	1ºPAV
FF.300.EEE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN50	3	1ºPAV
FF.300.GGE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN75X50	1	1ºPAV
FF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	2	SUBSOLO
FF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	4	TERREO
FF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	2	1ºPAV
FF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	3	SUBSOLO
FF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	5	TERREO
FF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	5	1ºPAV
FF.220.EEO	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	8	SUBSOLO
FF.220.EEO	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	20	TERREO
FF.220.EEO	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	29	1ºPAV
FF.220.GGO	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	3	SUBSOLO
FF.220.GGO	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	1	TERREO
FF.220.GGO	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	1	1ºPAV
FF.220.IIO	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	10	SUBSOLO
FF.220.IIO	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	12	TERREO
FF.220.IIO	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	19	1ºPAV

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, o quantitativo foi exportado para uma tabela de orçamentação no Excel onde, a partir do comando `procv`, faz um link com a tabela resumo (tabela 6) na qual conecta a coluna dos códigos e extrai os valores unitários dos elementos, que, multiplicados por suas quantidades, é obtida uma projeção de orçamento como demonstrado no apêndice desse trabalho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lógica de codificação foi alcançada como pode ser observado na seção 3.1.2 deste trabalho bem como seu resultado na tabela 6.

As correspondências entre os códigos e os materiais utilizados na orçamentação foram alcançadas como apresentados nos itens 3.1.3 e 3.1.4 no capítulo 3 do trabalho.

Foi possível extrair os quantitativos para orçamentação do projeto Clínica Vida e Imagem Ceilândia - DF como visto no estudo aplicado a partir do item 3.1.5 do terceiro capítulo além do material localizado no apêndice.

Essa pesquisa possibilitou o desenvolvimento de um método a partir do uso do BIM e programação visual para criação de orçamentos de forma automatizada e precisa em qualquer fase de andamento do projeto. Este objetivo foi atingido por meio do estudo de caso de um projeto de instalações hidrossanitárias de uma unidade de clínica médica localizada no município de Brasília-DF.

A utilização de metodologia BIM, em união com a programação visual é capaz de gerar grande desenvolvimento no setor de projetos além das suas atividades intrínsecas de desenvolvimento, análise e gerenciamento de prazos e custos. Sendo assim, a pesquisa busca contribuir com o desenvolvimento de ideias e métodos para o setor de projetos e gestão de empreendimentos, bem como demonstrar o uso da programação visual para a automatização do BIM, podendo diminuir atividades repetitivas de engenheiros civis e arquitetos.

Sugere-se para trabalhos posteriores, o desenvolvimento da metodologia com foco em disciplinas que não foram abordadas nesse estudo. Além disso, o método pode ser otimizado a partir do desenvolvimento de plugin baseado em programação na linguagem C sharp utilizada pela Autodesk ou por obtenção dos custos dos itens a partir de métodos como a web scraping baseado em python. Ainda mais, podem ser feito estudos práticos de uso da metodologia em instituições e empresas para comparação e validação do método.

REFERÊNCIAS

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of Building information modeling too n-screen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate.** Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University, 2006.

ALMEIDA, R. T. C. **Estimativa inicial de custos através de características geométricas, programação visual por algoritmo e bim.** Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017.

AUTODESK. Dynamo Primer, 2019. Disponível em: https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1_introduction.html

AZEVEDO, Orlando. José. Maravilha. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras.** Dissertação Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009.

CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos.** 3a. São Paulo: Editora Pini, 2014. ISBN 978-857-266-419-6. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/02/18/livro-orcamento-de-obras-em-foco-um-novo-olhar-sobre-a-engenharia-de-custos/>

CONSTRUCTION, McGraw Hill. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How contractors around the world are driving innovations with Building Information Modelling. **Smart MarketReport**, 2014.

CHAREF, R.; ALAKA, H.; EMMITT, S. *Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views.* Journal of Building Engineering. v.19, p. 242-257. set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.028>

DELATORRE, Vivian. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação.** 2014. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

DRUCKER, Peter. **The information executives truly need.** Harvard Business Review, Boulder, v. 73, n.1, p. 54-62, Jan/Feb 1995. Disponível em: <https://hbr.org/1995/01/the-information-executives-truly-need>

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON K. **BIM Handbook: A guide to building information modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** 2ª ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

FARIAS, V. I. B. **Desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio ao estudo de viabilidade técnica utilizando dynamo aplicado a projetos de edifícios residenciais.** Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza, 2021.

FENATO, Thalmus Magnoni. **Método de modelagem BIM com o emprego de Revit para a extração de quantitativos para orçamentos com abordagem operacional.** Programa de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2017.

HONDA, Vinícius Yoshinori. **Avaliação do software Autodesk Revit 2016 para quantificação por meio da modelagem da informação da construção.**

GOUVÊA, L. B. de; PAULA, F. A. de; LORENZI, P. C. **Aplicação de CAD 4D/5D a partir do modelo integrado de informação para habitação unifamiliar.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Paraná, 2013.

HAMED, L. C. H. S. **Avaliação do bim e da programação visual no ciclo de vida de um pavimento intertravado.** Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020.

KREIDER, R. G.; MESSNER, J. **THE USES OF BIM:** Classifying and Selecting BIM Uses. University Park: The Pennsylvania State University. 2013.

KOELLN. Friedrich Pfeifer. **Tecnologia BIM na construção civil: composição de custo direto.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2015.

MEDEIROS, G. R. L. **Projeto de sistemas prediais hidráulicos em BIM: adequação dos métodos de cálculo às normas brasileiras através da programação visual.** Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.

MINER, Mark. **Building Information Modeling.** Disponível em: <https://www.neuralenergy.info/2009/06/building-information-modeling.html>

PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).** 6. ed. EUA: Newton Square, Pennsylvania, 2017.

SAEPRO. **O conceito BIM (Building Information Model)**. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/saeapro/saeapro-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/>

SAUER, Natacha. **Integração da Gestão de Custos ao Planejamento e Controle da Produção baseado em Localização na Construção com apoio de BIM**. Dissertação mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020.

TAVARES JR., Edilson. **A contribuição do building information modeling para a gestão de projetos**. Revista Especialize On-line IPOG, v. 1, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/revista-on-line-ipog-de-bim-lo1v1qerezow>

TUBINO, Dalvio. Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

UCHOA, Marcelo Kraichete. **Planejamento e Controle de Obras Utilizando Tecnologia BIM**. Orientador: Prof.^a Dr.^a. Caroline Maria de Miranda Mota. 2017. 95 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - UFPE, Recife, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/>.

APÊNDICE – PLANILHA DE ORÇAMENTAÇÃO

CÓDIGO	TUBOS	DIMENSÃO	NÍVEL	COMPRI MENTO (m)	VALOR UNITÁRIO	VALOR FINAL
Tubo - Esgoto - Série Normal						
PI.070.040	PVC-SN	40ø		188,1	3,91	735,47
PI.070.050	PVC-SN	50ø		67,3	6,65	447,55
PI.070.075	PVC-SN	75ø		24,0	9,60	230,40
PI.070.100	PVC-SN	100ø		68,6	10,84	743,62
Tubo Marrom - Água Fria - Soldável						
PI.010.025	PVC	25ø		231,2	2,99	691,29
PI.010.032	PVC	32ø		68,8	6,71	461,65
PI.010.040	PVC	40ø		120,1	9,77	1173,38
PI.010.075	PVC	75ø		25,4	31,64	803,66
PI.010.110	PVC	110ø		0,7	102,26	71,58
CÓDIGO	CONEXÕES	DIMENSÃO	NÍVEL	QUANTID ADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR FINAL
PF.280.CC0	Adaptador, em PVC Marrom, auto ajustável com rosca interna e junta de vedação para reservatórios, Amanco	DN 32mm	SUBSOLO	6	26,65	159,90
PF.280.DD0	Adaptador, em PVC Marrom, auto ajustável com rosca interna e junta de vedação para reservatórios, Amanco	DN 40mm	SUBSOLO	4	40,26	161,04

PVC Esgoto Série Normal						
PF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	SUBSOLO	3	63,15	189,45
PF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	TERREO	2	63,15	126,30
PF.290.IIO	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal	DN 100mm	1ºPAV	5	63,15	315,75
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	SUBSOLO	8	1,39	11,12
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	TERREO	21	1,39	29,19
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN40	1ºPAV	27	1,39	37,53
PF.200.EE0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	SUBSOLO	1	1,86	1,86
PF.200.EE0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	TERREO	4	1,86	7,44
PF.200.EE0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN50	1ºPAV	5	1,86	9,30
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	SUBSOLO	2	6,16	12,32
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	TERREO	1	6,16	6,16
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	45 DN100	1ºPAV	1	6,16	6,16
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	SUBSOLO	16	1,39	22,24
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	TERREO	32	1,39	44,48
PF.200.DD0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN40	1ºPAV	51	1,39	70,89
PF.200.EE0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	SUBSOLO	3	1,86	5,58
PF.200.EE0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	TERREO	8	1,86	14,88

PF.200.EEO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN50	1ºPAV	15	1,86	27,90
PF.200.GG0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN75	SUBSOLO	2	4,85	9,70
PF.200.GG0	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN75	TERREO	1	4,85	4,85
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	SUBSOLO	3	6,16	18,48
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	TERREO	2	6,16	12,32
PF.200.IIO	Joelho 45º/90º, Esgoto Série Normal	90 DN100	1ºPAV	11	6,16	67,76
PF.300.DDD	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN40	TERREO	5	10,30	51,50
PF.300.DDD	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN40	1ºPAV	6	10,30	61,80
PF.300.EEE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN50	1ºPAV	3	15,20	45,60
PF.300.GGE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN75X50	1ºPAV	1	12,30	12,30
PF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	SUBSOLO	2	40,48	80,96
PF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	TERREO	4	40,48	161,92
PF.300.III	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100	1ºPAV	2	40,48	80,96
PF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	SUBSOLO	3	27,56	82,68
PF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	TERREO	5	27,56	137,80
PF.300.IIE	Junção Simples, Esgoto Série Normal	DN100X50	1ºPAV	5	27,56	137,80
PF.220.EEO	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	SUBSOLO	8	2,14	17,12
PF.220.EEO	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	TERREO	20	2,14	42,80

PF.220.EE0	Luva de Esgoto Série Normal	DN50	1ºPAV	29	2,14	62,06
PF.220.GG0	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	SUBSOLO	3	4,05	12,15
PF.220.GG0	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	TERREO	1	4,05	4,05
PF.220.GG0	Luva de Esgoto Série Normal	DN75	1ºPAV	1	4,05	4,05
PF.220.II0	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	SUBSOLO	10	4,70	47,00
PF.220.II0	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	TERREO	12	4,70	56,40
PF.220.II0	Luva de Esgoto Série Normal	DN100	1ºPAV	19	4,70	89,30
PF.220.G00	Luva Simples, Esgoto Série Normal	75mm		1	10,68	10,68
PF.230.ED0	Redução, Série Normal	DN50X40	SUBSOLO	1	20,07	20,07
PF.230.ED0	Redução, Série Normal	DN50X40	1ºPAV	4	20,07	80,27
PF.230.GE0	Redução, Série Normal	DN75X50	SUBSOLO	1	4,65	4,65
PF.230.GE0	Redução, Série Normal	DN75X50	TERREO	1	4,65	4,65
PF.230.IE0	Redução, Série Normal	DN100X50	TERREO	1	5,49	5,49
PF.240.EE0	Terminal de Ventilação, Esgoto Série Normal	DN 50mm	1ºPAV	2	5,09	10,18
PF.240.GG0	Terminal de Ventilação, Esgoto Série Normal	DN 75mm	SUBSOLO	1	8,46	8,46
PF.240.GG0	Terminal de Ventilação, Esgoto Série Normal	DN 75mm	1ºPAV	1	8,46	8,46
PF.250.EEE	Tê 90º, Esgoto Série Normal	DN50	SUBSOLO	4	5,26	21,04
PF.250.EEE	Tê 90º, Esgoto Série Normal	DN50	TERREO	8	5,26	42,08

PF.250.EEE	Tê 90º, Esgoto Série Normal	DN50	1ºPAV	7	5,26	36,82
PF.300.GGE	Tê 90º, Esgoto Série Normal	DN75X50	SUBSOLO	1	12,30	12,30
PF.250.GGG	Tê, Esgoto Série Normal	Tê 75 x 75mm		1	10,50	10,50
PVC Marrom Soldável						
PF.010.BB0	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC Marrom, FortLev	DN 25mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	3	10,09	30,27
PF.010.CC0	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC Marrom, FortLev	DN 32mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	5	15,43	77,15
PF.010.DD0	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC Marrom, FortLev	DN 40mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	14	28,69	401,66
PF.020.BB0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	25 x 3/4"	SUBSOLO	19	0,71	13,49
PF.020.BB0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	25 x 3/4"	TERREO	24	0,71	17,04
PF.020.BB0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	25 x 3/4"	1ºPAV	36	0,71	25,56
PF.020.CC0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	32 x 1"	SUBSOLO	6	1,46	8,76
PF.020.CC0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	32 x 1"	TERREO	2	1,46	2,92
PF.020.CC0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	32 x 1"	1ºPAV	5	1,46	7,30
PF.020.DD0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	40 x 1.1/4"	SUBSOLO	8	2,79	22,32
PF.020.DD0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	40 x 1.1/4"	1ºPAV	2	2,79	5,58
PF.020.DD0	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria	40 x 1.1/4"	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	10	2,79	27,90
PF.030.CB0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	32x25mm	SUBSOLO	5	1,90	9,50
PF.030.CB0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	32x25mm	TERREO	6	1,90	11,40

PF.030.CB0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	32x25mm	1ºPAV	5	1,90	9,50
PF.030.DC0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	40x32mm	SUBSOLO	3	2,60	7,80
PF.030.DC0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	40x32mm	TERREO	3	2,60	7,80
PF.030.DC0	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria	40x32mm	1ºPAV	4	2,60	10,40
PF.270.DB0	Bucha de Redução Soldável Longa, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	SUBSOLO	1	5,50	5,50
PF.270.DB0	Bucha de Redução Soldável Longa, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	TERREO	14	5,50	77,00
PF.270.DB0	Bucha de Redução Soldável Longa, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	1ºPAV	11	5,50	60,50
PF.270.DB0	Bucha de Redução Soldável Longa, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	1	5,50	5,50
PF.270.DB0	Bucha de Redução Soldável PVC Marrom, Água Fria	40X25mm	1ºPAV	1	5,50	5,50
PF.050.CC0	Curva 45º/90º Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º 32mm	SUBSOLO	2	12,76	25,52
PF.050.DD0	Curva 45º/90º Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º 40mm	SUBSOLO	1	18,59	18,59
PF.050.GG0	Curva 45º/90º Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º 75mm	SUBSOLO	2	70,81	141,63
PF.050.GG0	Curva 45º/90º Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º 75mm	TERREO	1	70,81	70,81
PF.060.BB0	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	25 x 1/2"	SUBSOLO	17	5,84	99,28
PF.060.BB0	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	25 x 1/2"	TERREO	15	5,84	87,60
PF.060.BB0	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	25 x 1/2"	1ºPAV	28	5,84	163,52
PF.080.BB0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 25mm	SUBSOLO	30	0,59	17,70
PF.080.BB0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 25mm	TERREO	19	0,59	11,21

PF.080.BB0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 25mm	1ºPAV	41	0,59	24,19
PF.080.BB0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 25mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	3	0,59	1,77
PF.080.CC0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 32mm	SUBSOLO	4	1,76	7,04
PF.080.CC0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 32mm	TERREO	8	1,76	14,08
PF.080.CC0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 32mm	1ºPAV	4	1,76	7,04
PF.080.CC0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 32mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	2	1,76	3,52
PF.080.DD0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 40mm	SUBSOLO	13	4,17	54,21
PF.080.DD0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 40mm	TERREO	5	4,17	20,85
PF.080.DD0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 40mm	1ºPAV	8	4,17	33,36
PF.080.DD0	Joelho Soldável, PVC Marrom, Água Fria	90º, DN 40mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	20	4,17	83,40
PF.100.BB0	Luva Soldável com Bucha de Latão	25 x 3/4"	SUBSOLO	3	5,43	16,29
PF.110.BB0	Luva Soldável com rosca	25 x 1/2"	SUBSOLO	1	1,31	1,31
PF.110.BB0	Luva Soldável com rosca	25 x 1/2"	TERREO	14	1,31	18,34
PF.110.BB0	Luva Soldável com rosca	25 x 1/2"	1ºPAV	11	1,31	14,41
PF.140.BBB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	25mm	SUBSOLO	12	1,00	12,00
PF.140.BBB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	25mm	TERREO	4	1,00	4,00
PF.140.BBB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	25mm	1ºPAV	12	1,00	12,00
PF.140.CCC	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32mm	SUBSOLO	7	3,33	23,31

PF.140.CCC	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32mm	TERREO	2	3,33	6,66
PF.140.CCC	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32mm	1ºPAV	1	3,33	3,33
PF.140.CCB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32x25mm	TERREO	3	4,93	14,79
PF.140.CCB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32x25mm	1ºPAV	6	4,93	29,58
PF.140.DDD	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40mm	SUBSOLO	5	7,28	36,40
PF.140.DDD	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40mm	TERREO	1	7,28	7,28
PF.140.DDD	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40mm	1ºPAV	3	7,28	21,84
PF.140.DDD	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	14	7,28	101,92
PF.140.DDB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	SUBSOLO	4	15,03	60,12
PF.140.DDB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	TERREO	2	15,03	30,06
PF.140.DDB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	1ºPAV	5	15,03	75,15
PF.140.DDB	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x25mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	3	15,03	45,09
PF.140.DDC	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x32mm	TERREO	1	8,09	8,09
PF.140.DDC	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40x32mm	1ºPAV	1	8,09	8,09
PF.140.III	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria	110mm	1ºPAV	1	134,88	134,88
PF.160.B00	União Soldável, PVC Marrom, Água Fria	25mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	1	10,88	10,88
PF.160.C00	União Soldável, PVC Marrom, Água Fria	32mm	1ºPAV	2	19,34	38,67
PF.160.D00	União Soldável, PVC Marrom, Água Fria	40mm	SUBSOLO	2	28,00	56,00

CÓDIGO	PEÇAS	DIMENSÃO	NÍVEL	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR FINAL
PF.320.C00	Caixa de Gordura pequena (CGP) - DN 75 mm - 30x30 cm	30 x 30 cm	SUBSOLO	1	135,85	135,85
PF.330.F00	Caixa de Inispeção de Esgoto, em alvenaria	60 x 60 cm	SUBSOLO	1	356,90	356,90
PF.330.F00	Caixa de Inispeção de Esgoto, em alvenaria	60 x 60 cm	TERREO	1	356,90	356,90
PF.350.AAA	Caixa d'água de fibra de vidro, 1000L - FortLev	Ø 0,97 X 1,52 m	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	3	889,68	2669,04
PF.340.IKE	Caixa Sifonada Girafácil Montada com Tampa Cega	100x140x50 mm	SUBSOLO	1	47,95	47,95
PF.360.KKE	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos	50mm	SUBSOLO	3	32,01	96,03
PF.360.KKE	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos	50mm	TERREO	5	32,01	160,05
PF.360.KKE	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos	50mm	1ºPAV	5	32,01	160,05
PF.380.IIO	Ralo Quadrado Montado - Branco c/ grelha branca 100 x 53 x 40mm, Esgoto	100mm	SUBSOLO	3	54,38	163,14
PF.380.IIO	Ralo Quadrado Montado - Branco c/ grelha branca 100 x 53 x 40mm, Esgoto	100mm	TERREO	2	54,38	108,76
PF.350.BBB	Tanque Fortplus, 2500 Litros - FortLev	Ø 1,80 X 1,21 m	SUBSOLO	2	1276,00	2552,00
CÓDIGO	VÁLVULAS	DIMENSÃO	NÍVEL	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR FINAL
PA.080.032	Filtro de entrada para caixa d'água, vazão de 1200 litros/hora, FortLev	3/4"	SUBSOLO	1	165,59	165,59
PA.010.040	Registro de Gaveta ABNT - 1 1/4" - Docol	1 1/4"	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	4	62,57	250,28
PA.010.032	Registro de Gaveta ABNT - 1" - Docol	1"	SUBSOLO	1	49,56	49,56
PA.010.025	Registro de Gaveta ABNT - 3/4" - Docol	3/4"	SUBSOLO	5	36,37	181,85
PA.010.025	Registro de Gaveta ABNT - 3/4" - Docol	3/4"	TERREO	12	36,37	436,44

PA.010.025	Registro de Gaveta ABNT - 3/4" - Docol	3/4"	1ºPAV	18	36,37	654,66
PA.030.025	Registro de Pressão Base 3/4", Bronze	3/4"	SUBSOLO	3	64,35	193,05
PA.050.040	Registro Esfera VS Soldável 32mm - TIGRE	32mm	SUBSOLO	5	76,05	380,25
PA.050.040	Registro Esfera VS Soldável 32mm - TIGRE	32mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	3	76,05	228,15
PA.050.040	Registro Esfera VS Soldável 40mm - TIGRE	40mm	SUBSOLO	3	76,05	228,15
PA.050.040	Registro Esfera VS Soldável 40mm - TIGRE	40mm	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	8	76,05	608,40
PA.050.040	Válvula de esfera com alavanca azul 1 1/4" - DocolBásicos	1 1/4"	SUBSOLO	2	76,05	152,10
PA.050.032	Válvula de esfera com alavanca azul 1" - DocolBásicos	1"	1ºPAV	2	51,02	102,04
PA.060.040	Válvula de Retenção Horizontal 1.1/4" - Docol	1.1/4"	TOPO DA CAIXA D'ÁGUA	1	141,81	141,81
PA.100.040	Válvula de Retenção Vertical 1.1/4" - Docol	1.1/4"	SUBSOLO	2	141,81	283,62
CÓDIGO	BOMBAS	DIMENSÃO	NÍVEL	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR FINAL
PA.100.000	Motobomba Bc - 91 St			1	822,66	822,66
PA.100.001	BOMBA CENTRÍFUGA, TRIFÁSICA, 1 CV OU 0,99 HP, HM 14 A 40 M, Q 0,6 A 8,4 M3/H - FORNECIMENTO E			2	1324,23	2648,45
					TOTAL	25055