



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CARLOS GUILERME MOREIRA BAUER

**METODOLOGIA BIM PARA AUTOMATIZAR A EXTRAÇÃO DE  
QUANTITATIVOS NO CONTEXTO DA SINRA**

Recife,  
2021

CARLOS GUILHERME MOREIRA BAUER

**METODOLOGIA BIM PARA AUTOMATIZAR A EXTRAÇÃO DE  
QUANTITATIVOS NO CONTEXTO DA SINRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil e Ambiental da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de bacharel em Engenharia  
Civil.

**Área de concentração:** Construção  
Civil.

**Orientadora:** Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

Recife,  
2021



CARLOS GUILHERME MOREIRA BAUER

**METODOLOGIA BIM PARA AUTOMATIZAR A EXTRAÇÃO DE  
QUANTITATIVOS NO CONTEXTO DA SINRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil e Ambiental da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de bacharel em Engenharia  
Civil.

Aprovada em: 15/04/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Rachel Perez Palha, PhD (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Gabriela Alves Tenório de Moraes, M.Sc (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Cláudia Rafaela Saraiva, B.Sc (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, Elisabete, que sempre batalhou com muita garra para proporcionar o melhor a mim e as minhas irmãs, com todo seu amor. Sem ela nunca teria conseguido chegar até aqui. Admiro-te muito. Obrigado.

As minhas queridas irmãs, Thaisi e Tainá, que me suportaram em todas as fases da vida, sempre com muito carinho e amor.

À minha orientadora, Profa. Dra. Rachel Palha, que me ajudou a idealizar este projeto e que sempre esteve disposta a me auxiliar durante a construção deste. Obrigado pelo tempo e paciência.

Ao meu querido amigo e irmão, Lucas, que há anos compartilha comigo as felicidades, incertezas e brisas que a vida nos traz. Ao meu querido amigo e irmão João Luís, sempre carinhoso e sábio, com ideias que iluminam um pouco mais o mundo.

A Juliana, pelo carinho, paciência e força que me presenteou durante essa fase. Obrigado por deixar os meus dias mais leves.

Aos meus queridos amigos e irmãos, João Henrique, Rodrigo, Sérgio e Caio, que apesar da correria da vida, sempre estiveram presentes, e cujas companhias eu não poderia desejar melhores.

A Amanda, amiga cuja vida distanciou, porém sempre desejou o meu melhor e me apoiou incondicionalmente.

Por fim, a todos que de alguma forma impactaram na minha vida, influenciando diretamente ou indiretamente no percurso que me trouxe até aqui.

## RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modelling* (BIM) vem revolucionando o desenvolvimento da indústria da construção, melhorando a produtividade e atuando em todo o ciclo de vida de um empreendimento. A Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) da UFPE tem entre suas responsabilidades as de planejar e administrar obras do campus, precisando assim estar preparada para as mudanças que o decreto 9.983/2019 impõe. O presente trabalho propõe uma metodologia que relaciona elementos e serviços de vedação a composições utilizadas pela SINFRA, ajudando-a a se familiarizar com processos e ferramentas BIM, além de trazer uma forma mais ágil de realizar o levantamento de quantitativos e gerar uma planilha orçamentária. Foi utilizada uma combinação entre os softwares Revit, Dynamo e Excel, que são responsáveis, respectivamente, por modelar os elementos de vedação, automatizar processos que outrora seriam repetitivos e demorados e servir de entrada e saída de dados para o Revit. A metodologia é separada em quatro partes, onde a primeira cria objetos BIM e parâmetros associados a estes, a segunda identifica os elementos modelados e os associa a serviços que serão executados em obra para construí-los, a terceira identifica os serviços associados e os classifica de acordo com uma composição utilizada pela SINFRA, e a quarta associa aos elementos os códigos das composições e gera uma planilha orçamentária com cada serviço utilizado. Foram gerados quatro scripts no Dynamo. O Script Zero torna mais fácil à criação dos parâmetros de projeto que são utilizados para os objetos BIM. O Script Um importa os serviços previstos para executar um elemento em obra e os associa ao objeto BIM, além de classificar as paredes de acordo com sua presença ou ausência de vão. O Script Dois classifica os serviços do Script Um de acordo com as composições utilizadas pela SINFRA. O Script Três identifica as classificações do Script Dois e relaciona-as com os códigos das composições, gerando ao final uma planilha orçamentária. Esse método traz maior agilidade ao processo de levantamento de quantitativos, possibilitando a análise de diferentes opções de composições para o projeto, além de diminuir o esforço, o tempo e o custo relacionado a esta atividade.

Palavras-chave: BIM. Levantamento de quantitativos. Dynamo. Revit.

## **ABSTRACT**

Building Information Modeling (BIM) has revolutionized the development of the construction industry, improving productivity and working throughout the build life cycle. The UFPE Infrastructure Superintendence (SINFRA) has among its responsibilities those of planning and managing campus projects, thus needing to be prepared for the changes that Decree 9.983 / 2019 imposes. This paper proposes a methodology that relates elements and its finishing services to compositions used by SINFRA, helping it to become familiar with BIM processes and tools, in addition to bringing a more agile way to carry out the quantity takeoff and generate a budget spreadsheet. A combination of Revit, Dynamo and Excel software was used, which are responsible, respectively, for modeling the elements, automating processes that would have been repetitive and time-consuming and serving as input and output data for Revit. The methodology is separated into four parts, where the first one creates BIM objects and parameters associated with them, the second one identifies the modeled elements and associates them with services that will be executed on site to build them, the third one identifies the associated services and classifies them according to a composition used by SINFRA, and the fourth one associates the codes of the compositions to the elements and generates a budget spreadsheet with each service used. Four scripts were generated in Dynamo. Script Zero makes it easy to create the project parameters that are used for BIM objects. Script One imports the services foreseen to execute an element on site and associates them with the BIM object, in addition to classifying the walls according to their presence or absence of openings. Script Two classifies the services of Script One according to the compositions used by SINFRA. Script Three identifies the classifications of Script Two and relates them to the codes of the compositions, generating a budget spreadsheet at the end. This method brings greater agility to the quantity takeoff process, allowing the analysis of different compositional options for the project, in addition to reducing the effort, time and cost related to this activity.

**Keywords:** BIM. Quantity takeoff. Dynamo. Revit.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Macros etapas do trabalho.....	23
Figura 2 – Esquema das etapas descritas na metodologia. ....	25
Figura 3 - Modelagem Revit contendo elementos de vedação.....	26
Figura 4 – Parâmetros Instância de um elemento parede. ....	27
Figura 5 – Parâmetros Tipos da <i>classe</i> ‘Generic – 300mm Masonry’. ....	27
Figura 6 – Passos antes de rodar o Script Zero – Shared Parameters.....	29
Figura 7 – Fluxo gráfico do Script Zero.....	35
Figura 8 – Lista dos parâmetros da categoria Walls. Da esquerda para a direita, parâmetros Instância – grupo Text, parâmetros Tipos – grupo Text e parâmetros Instância – grupo Data.....	36
Figura 9 – Lista de parâmetros das categorias Doors e Windows. Da esquerda para a direita, parâmetros Tipos – grupo Text e parâmetros Instância – grupo Text e Data. ...	37
Figura 10 – Parâmetro ID com valor inserido manualmente pelo usuário.....	38
Figura 11 – Esquema da primeira etapa do algoritmo do Script Um. ....	39
Figura 12 – Parâmetros Instância populados após a execução do Script Um. ....	40
Figura 13 – Parede sem aberturas, com parâmetro Instância ‘VÃO’ identificando que esta não possui vão. ....	41
Figura 14 – Segunda etapa do Script Um, classificando as paredes em ‘_VÃO’ e ‘_SEM_VÃO’.....	41
Figura 15 – Primeira etapa do Script Dois. ....	42
Figura 16 – Diagramação dos passos para a classificação dos elementos de alvenaria. 44	
Figura 17 – Algoritmo classificando os elementos apenas de acordo com a presença ou ausência de vãos. ....	46
Figura 18 – Esquema mostrando a classificação dos serviços de emboço interno e assentamentos cerâmicos de acordo com a área líquida executada.....	50
Figura 19 – Algoritmo diagramado. Classificação dos elementos de esquadrias e obtenção de suas áreas.....	51
Figura 20 – Esquema da primeira etapa do Script Três, onde é identificado o código da composição de cada serviço e armazenado no parâmetro Instância de sufixo ‘_COMP_COD’.....	53



Figura 21 – Diagramação da Segunda Etapa. Neste processo é buscado e armazenado o valor unitário de cada composição. ....	54
Figura 22 – Esquema visual representando o algoritmo da terceira etapa. ....	56
Figura 23 – Planilha orçamentária. ....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela catalogando todos IDs já utilizados. ....	30
Tabela 2 – Exemplo de planilha ‘Serviços’ do Excel que mapeia todos os serviços que uma classe de paredes receberá .....	30
Tabela 3 – Parâmetros Tipos relacionados à parede de alvenaria. ....	43
Tabela 4 – Parâmetros Tipos classificados por presença ou não de vãos.....	44
Tabela 5 – Parâmetros Tipos e valores de serviços que não precisam de classificação extra para serem classificados de acordo com alguma composição. ....	46
Tabela 6 – Parâmetros Tipos que passarão por classificação de acordo com o valor da área líquida executada. ....	48
Tabela 7 – Ações a serem executadas para fabricar uma planilha orçamentária e a quantidade de vezes que precisam ser executadas.....	59
Tabela 8 – Planilha contendo todos os parâmetros Tipos e seus possíveis valores.....	66
Tabela 9 – Planilha que cruza os valores dos parâmetros com sufixo ‘RVT_COD’ com os códigos das composições retiradas da Tabela SINAPI e composições própria da SINFRA. ....	69
Tabela 10 – Planilha associando os códigos de cada composição com os seus preços unitários. ....	73

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO .....	14
1.2. OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1. Objetivo Geral .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1. ORÇAMENTAÇÃO .....	16
2.2. BUILDING INFORMATION MODELING .....	17
2.3. REVIT E DYNAMO.....	20
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	21
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1. ESCOLHA E ANÁLISE DO MODELO .....	25
3.2. PARÂMETROS E ELEMENTOS CUSTOMIZADOS.....	26
<b>3.2.1. Criação de Parâmetros Customizados .....</b>	<b>28</b>
3.3. IDENTIFICANDO ELEMENTOS E ASSOCIANDO-OS A SERVIÇOS .....	29
3.4. MAPEANDO SERVIÇOS A COMPOSIÇÕES .....	31
3.5. GERANDO PLANILHA ORÇAMENTÁRIA .....	32
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
4.1. SCRIPT ZERO – CRIANDO PARÂMETROS COMPARTILHADOS E DE PROJETO .	34
4.2. SCRIPT UM – COMPONDO PARÂMETROS DE SERVIÇOS.....	37
<b>4.2.1. Primeira Etapa .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2. Segunda Etapa.....</b>	<b>40</b>
4.3. SCRIPT DOIS – COMPONDO PARÂMETROS DE COMPOSIÇÕES .....	42
<b>4.3.1. Primeira Etapa .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.2. Segunda Etapa.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.3. Terceira Etapa.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.4. Quarta Etapa .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.5. Quinta Etapa.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.6. Sexta Etapa .....</b>	<b>50</b>
4.4. SCRIPT TRÊS .....	51
<b>4.4.1. Primeira Etapa .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4.2. Segunda Etapa.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.3. Terceira Etapa.....</b>	<b>54</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>

<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>65</b>
APÊNDICE A – Planilha ParâmetrosXServiços .....	66
APÊNDICE B – Planilha RevitXComposição .....	69
ÂPENDICE C – Planilha ComposiçãoXCusto .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modelling* (BIM) vem revolucionando o desenvolvimento da indústria da construção. Atuando em todo o ciclo de vida de um empreendimento (ANTWI-AFARI *et al.*, 2018), desde a concepção e acompanhamento do projeto até a fase de manutenção e operação, este modelo é uma peça chave para capturar, armazenar, dividir e gerenciar informações de uma construção, aumentando a eficiência e transparência durante todo o processo (CHENG; LU, 2015).

O poder público pode agir como parte fundamental para facilitar e incentivar a adoção do BIM pela indústria da construção do país. Sabendo disto, em 2018 foi assinado o decreto 9.983/2019 para instituir a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR), com finalidade de promover e difundir o BIM no Brasil, incentivando o desenvolvimento do setor da construção civil. Com esta medida, todo o setor público federal e empresas que realizam serviços para o governo, no âmbito da construção, passarão a utilizar BIM a partir de 2021 (BRASIL, 2019).

Quando o poder público deseja realizar uma obra, pode fazer esta por meio direto, ou seja, o próprio órgão realiza a construção, ou indireto, onde a obra é contratada por terceiros por meio de licitação. No caso de uma licitação, o órgão licitatório terá, entre outras responsabilidades, a de elaborar um projeto básico. O projeto básico deve conter todos os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto a ser contratado. Por este motivo, empregar o BIM desde as primeiras fases do projeto é essencial para obter um melhor resultado em relação ao custo, tempo e padronização de materiais (EASTMAN *et al.*, 2014).

A Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) é o órgão responsável pelo planejamento e administração de obras, planejamento do uso do espaço físico da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e também pela manutenção e conservação do campus e seus imóveis. A SINFRA, como órgão público do setor da construção civil, apresenta dificuldades quando se trata de adotar novas tecnologias (MALTA, 2020). Visto isso, propor uma metodologia baseada em BIM, que ofereça uma facilidade na sua adoção, poderia auxiliar a SINFRA no processo de familiarização com o BIM e suas ferramentas.

## 1.1. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Como instituição federal detentora de capacidade de criar projetos de obras públicas, a SINFRA da UFPE precisa se familiarizar com os padrões BIM para que esteja preparada para as mudanças que o decreto 9.983/2019 – que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM – impõe.

Atualmente a SINFRA utiliza o processo tradicional de levantamento de quantitativos, que tem como base a aquisição de dados através de um modelo bidimensional, o que gera grande trabalho manual e aumenta o tempo gasto no processo de orçamentação.

Facilitar o processo de levantamento de quantitativos – tornando-o mais ágil e preciso – utilizando ferramentas BIM, ajudaria a SINFRA no processo de adoção destas ferramentas, na familiarização com processos BIM e também acelerando os processos consequentes ao de levantamento de quantitativos.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral criar uma metodologia que relaciona elementos e serviços de vedação a composições utilizadas pela Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) da UFPE, gerando assim, de forma ágil, uma planilha orçamentária.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- a) Desenvolver metodologia que vincula composições SINAPI e composições próprias da SINFRA a elementos de vedação, como paredes, divisórias, revestimentos e esquadrias;
- b) Desenvolver um algoritmo base para que possa, posteriormente, ser ampliado por profissionais da SINFRA para compreender mais serviços;

- c) Gerar uma planilha orçamentária, associando descrição de serviços, códigos de composições, quantidades medidas, unidades medidas, preços unitários e preços totais.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. ORÇAMENTAÇÃO**

Segundo Santos (2012), o objetivo da orçamentação é efetuar um estudo criterioso dos preços de todos os insumos que compõe uma obra, reduzindo assim o grau de incerteza nas tomadas de decisão, analisando a viabilidade econômica do empreendimento e o retorno do investimento.

O SINAPI (2020) define como a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamento, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento.

Segundo Mattos (2006), como o orçamento é preparado antes da efetiva construção do empreendimento, muito deve ser feito para que não existam lacunas na composição do custo. No caso específico da Administração Pública, se os orçamentos não forem bem feitos e não representarem a realidade da obra e do mercado, correm o sério risco de trazerem consequências indesejáveis, como a baixa qualidade dos serviços, atrasos, paralisações de obras e aditivos contratuais, levando a prejuízos incalculáveis para os recursos financeiros públicos (TISAKA, 2006).

Conforme o Decreto 7.983/2013, os custos globais para obras e serviços de engenharia – a exceção dos serviços de infraestrutura de transportes – executados com recursos da União, devem ser menores ou iguais às medianas de seus correspondentes custos unitários referentes ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (BRASIL, 2013).

Entretanto, a formação de preços referenciais e a elaboração de orçamentos não se restringem ao SINAPI, pois este dificilmente conterà referência para todos os serviços necessários aos diversos tipos de obras (SINAPI, 2020). Sendo inviável definir o custo conforme a Tabela SINAPI, a estimativa pode ser apurada por meio de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por entidades da administração pública federal em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado (BRASIL, 2013).

O orçamento é determinado somando-se os custos de mão-de-obra de operários, materiais e equipamentos – classificados como Custos Diretos – com os custos derivados das equipes de supervisão, despesas gerais do canteiro de obras e taxas –



classificados como Custos Indiretos – e por fim adicionando impostos e o lucro desejado, chegando assim no preço de venda (MATTOS, 2006).

O orçamento a ser elaborado para um empreendimento deverá conter todos os serviços ou materiais que serão aplicados em obra e precisará ser feito a partir do levantamento dos quantitativos físicos do projeto e das composições dos custos unitários de cada serviço, obedecendo as leis sociais, encargos trabalhistas e custos diretos (TISAKA, 2006).

A orçamentação engloba três grandes etapas de trabalho: o estudo das condicionantes, que envolve a interpretação de projeto e especificações técnicas, a composição de custos, que trata da identificação dos serviços e do levantamento de quantitativos, e a determinação do preço. A etapa de levantamento de quantitativos é uma das que mais exigem do orçamentista, pois demanda leitura de projeto, cálculo de áreas e volumes e consulta de tabelas de engenharia. Este levantamento pode ser feito com base em desenhos fornecidos pelo projetista considerando as dimensões especificadas e suas características técnicas (MATTOS, 2006).

## 2.2. BUILDING INFORMATION MODELING

Desde o seu começo, a Modelagem da Informação da Construção, ou BIM, vem sendo crescentemente implantada na indústria da construção, produzindo modelos de construções ricos em dados, que cada vez mais vem substituindo processos tradicionais baseados em duas dimensões (WONG, 2011), pois mesmo quando modelos 3D são gerados, estes são frequentemente desconexos e dependem de um detalhamento bidimensional (SUCCAR, 2009).

Desenvolvida por diversas indústrias nos anos setenta, a modelagem 3D começou baseada em *Computer Aid Design* (CAD), e como resultado, o CAD acabou sendo adotado também na indústria da construção na aplicação, principalmente, de projetos 2D (GHAFARIANHOSEINI *et al.*, 2017). Sistemas de CAD de modelagem de sólidos eram funcionalmente poderosos, porém necessitavam de grandes recursos computacionais. Projetar objetos 3D custava muito caro e também era algo muito estranho para a maioria dos projetistas, estando mais confortáveis em fazer modelagens 2D (EASTMAN *et al.*, 2014).

Ainda segundo Eastman *et al.* (2014), as indústrias de manufatura e aeroespaciais começaram a trabalhar com empresas de CAD para resolver as deficiências do presente método, como a falta de uma análise integrada, redução de erros e baixa automação, porém a indústria da construção não reconheceu estas deficiências e continuaram a adotar métodos que suportavam a geração digital de documentos de construção com base em modelos 2D.

Para aprimorar esta aplicação em CAD, o conceito de BIM surge no início dos anos 2000, visando integrar a habilidade de adicionar informações, como materiais, propriedades e ciclos de vida de projeto, a objetos projetados funcionalmente por arquitetos e engenheiros (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017).

Não há apenas uma definição para o que é BIM. Mustaffa *et al.* (2014) identificam BIM como um conjunto de processos e tecnologias chaves para melhorar a produtividade e aumentar a integração em várias disciplinas em toda a cadeia de valor da construção.

BIM também pode ser definido como um conjunto de interações políticas, de processos e de tecnologias que estabelecem uma metodologia para gerenciar os projetos de construção e seus dados digitais ao longo de seu ciclo de vida (SUCCAR, 2009).

Ou ainda, BIM pode ser entendido como um modelo tridimensional, orientado a objetos, de uma edificação, que contém informações que facilitam a interoperabilidade e a troca de informações com softwares análogos, além de combinar soluções organizacionais que ampliam a colaboração na indústria da construção e aumentam a produtividade e qualidade na concepção, construção e manutenção de uma obra (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014).

Há uma grande variedade de benefícios associados com a utilização de BIM. Eles variam de superioridade técnica, capacidade de interoperabilidade, captura de informações desde o estágio inicial da construção, o seu uso durante todo o ciclo de vida do empreendimento, melhores mecanismos de controle de custo e redução nos conflitos entre as diversas esferas de um projeto. Além disso, traz a possibilidade do usuário de transferir dados de projeto entre diferentes softwares BIM, dentro e fora de sua organização (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017).

BIM vem sendo apresentado como um substancial avanço em relação ao CAD tradicional, entregando uma representação digital e funcional das características de uma construção. Entre essas características estão informações sobre a geometria, análise espacial, dados do terreno, quantidade e propriedades de materiais de um componente,

suas especificações, resistência ao fogo, acabamentos, custos, entre outros (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017).

Enquanto BIM oferece recursos robustos para a validação de parâmetros, ferramentas como AutoCAD estão restritas a parâmetros básicos associados a desenhos vetorizados, utilizados principalmente em representações 2D, sem atributos materiais e paramétricos (SENA, 2019).

Segundo Al-Ashmori *et al.* (2020), os principais benefícios da implantação do BIM é o aumento na produtividade e eficiência em um projeto, pois há uma capacidade de integrar o tempo (4D) e o custo (5D), possibilitando um monitoramento mais eficaz do projeto ao longo de suas fases.

O modelo 3D gerado pelo software BIM é projetado diretamente em vez de ser modelado a partir de múltiplas vistas 2D, reduzindo significativamente os erros de projeto. BIM ajuda a quantificar áreas dos espaços e outras quantidades de materiais, permitindo que em qualquer etapa possa haver uma extração precisa destes quantitativos que podem ser utilizados para estimar custos mais precisos e tomar decisões mais informadas. Com a integração do tempo no modelo, é possível também simular o processo de construção em qualquer ponto temporal, proporcionando considerável compreensão sobre como a construção será executada em suas diversas etapas. Todos esses dados são armazenados no decorrer do projeto, fornecendo um ponto de partida muito útil para o gerenciamento e a operação da construção, quando finalizada (EASTMAN *et al.*, 2014).

Alguns dos benefícios mais gerais que BIM pode trazer para os projetos são os aperfeiçoamentos na qualidade de projeto, acúmulo e centralização de dados que podem ser utilizados durante toda a vida do projeto, redução de conflitos espaciais gerados em diferentes etapas do processo, redução do custo de projeto devido à melhoria no planejamento, melhor estimativa e controle de custos (CHAN *et al.*, 2019), aumento da produtividade e eficiência, melhoria na comunicação entre diferentes equipes e integração com o planejamento de uma obra em suas diversas etapas fases (AL-ASHMORI *et al.*, 2020 ).

Levantamento de quantitativos é uma tarefa que consome muito tempo no processo de projeção e construção. Tradicionalmente, esse levantamento é feito manualmente baseado em desenhos bidimensionais. Profissionais que realizam este trabalho precisam ter experiência para entender o conjunto de desenhos 2D que um

projeto gera e decidir quais métodos serão mais eficazes para medir cada elemento do projeto (KHOSAKITCHALERT *et al.*, 2017).

Ainda segundo Khosakitchalert *et al.* (2017), com o surgimento da tecnologia BIM veio também um novo método de levantamento de quantitativos, chamado Modelo Baseado BIM. Este modelo usa dados geométricos, como área, comprimento e volume dos elementos modelados, além de outras informações como categoria, nome e localização.

BIM 5D é a dimensão que corresponde a junção do modelo visual 3D com o gerenciamento de custos. Traz então a possibilidade de assistir o seu utilizador a buscar soluções alternativas durante a fase inicial do projeto, já que fornece uma rápida extração de quantidades de diferentes modelos 3D (SHI *et al.*, 2020).

Segundo Eastman *et al.* (2014), atualmente BIM é tipicamente utilizado nas últimas fases de projeto ou nas primeiras fases da construção. O uso de BIM no início da concepção do projeto tem uma grande influência no custo final.

### 2.3. REVIT E DYNAMO

O software Revit, da Autodesk, é amplamente difundido no mundo devido a sua diversidade funcional e por incorporar bem o conceito de BIM. O Revit é um programa baseado em parâmetros, que provê uma serie de ferramentas para processamento gráfico, criações de tabelas e processamento de informações de modelo. A partir de sua versão 2017, o Revit passa a ter o Dynamo integrado a seu software por padrão (IGNATOVA *et al.*, 2018).

Dynamo é uma linguagem visual de programação orientada a objetos, que permite a comunicação com o Revit via Application Programming Interface (API) e também pode ser utilizado para criar, de forma independente, geometrias complexas (SENA, 2019). Quando desempenha sua função associado ao Revit, tem capacidade de criar algoritmos que processam informações dos elementos modelados no Revit (SHI *et al.*, 2020).

Segundo a desenvolvedora, Dynamo é uma ferramenta de programação que usa uma estrutura chamada de programação visual e permite automatização de tarefas repetitivas e a criação de modelos a partir de regras complexas (DYNAMO, [s.d.]).

Cada função e variáveis são representadas por ‘Nós’ (nodes), que podem ser ligados uns aos outros para realizar uma lógica de programação. Também é possível criar bibliotecas que reúnem um grupo de nós ligados entre si que desempenham algum algoritmo específico. Estas bibliotecas podem ser publicadas no site do Dynamo e compartilhadas com a comunidade (KHOSAKITCHALERT *et al.*, 2017).

O Dynamo permite ainda que o algoritmo possa ser feito através de Nós visuais, que possuem função predefinida ou através de Nós em Python. Python é uma linguagem de programação escrita, largamente utilizada devido ao estilo de sua sintaxe. É uma ferramenta avançada que permite que alguns Nós nativos do Dynamo sejam substituídos por algumas linhas de código, o que pode simplificar alguns processos caso fossem feitos puramente na programação visual do Dynamo (DYNAMO, [s.d]).

Informações paramétricas dos elementos modelados em um projeto que utiliza BIM ficam registradas em um banco de dados do modelo, e podem ser acessadas e alteradas através de algoritmos, utilizando linguagens de programação. Assim, é possível aperfeiçoar tarefas, criar objetos espaciais com formatos variáveis ou até alterar parâmetros contidos em elementos modelados (SENA, 2019).

## 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo já existindo a algumas décadas, a modelagem 3D paramétrica só começou a ganhar forças no setor da construção civil a partir dos anos 2000, quando foi integrada a algumas ferramentas que pregavam BIM. Antes disso, o setor se recusava a enxergar as deficiências que o modelo bidimensional oferecia. Como resultado, a indústria se acomodou com métodos antigos e ofereceu resistência a adoção da nova metodologia.

Mesmo com essa resistência inicial, BIM vem sendo cada vez mais adotado por governos e empresas, trazendo benefícios que contemplam todo o ciclo de vida de uma obra e trazendo uma melhor integração aos profissionais da área.

A superioridade técnica das ferramentas BIM em comparação ao CAD tradicional é acentuada. Cada elemento modelado na ferramenta possui identidade, não apenas sendo um elemento mostrado em tela. Assim, é possível acessar, extrair e alterar informações que definem características dos elementos, como suas dimensões, seus materiais, suas posições, suas geometrias e seus custos. Com a alteração do valor de alguns parâmetros, é possível obter de imediato uma modelagem totalmente diferente da inicial, facilitando assim a geração de diversos modelos. Apesar das atrativas

características, os softwares BIM são mais difíceis de aprender, são mais caros e exigem melhores equipamentos, o que dificulta a sua adoção.

Um dos softwares BIM mais difundidos no mundo é o Revit. A partir de sua versão 2017, o Revit vem automaticamente integrado com o Dynamo, que é uma ferramenta de programação visual, cujas funcionalidades principais são ajudar a criar modelagens complexas e a automatizar processos. Utilizando estas duas ferramentas em conjunto, é possível modificar múltiplos elementos através de seus parâmetros de uma maneira mais rápida.

O presente trabalho vem com a hipótese de utilizar essas ferramentas para facilitar o levantamento de quantitativos feitos pela SINFRA. O levantamento, que faz parte das etapas iniciais de um projeto, é um processo fundamental para obter-se sucesso no final do empreendimento. Empregando com êxito um processo de automatização de levantamento de quantitativos para elementos de vedação é um caminho promissor para a adoção gradativa do BIM pela SINFRA e para a criação de novos scripts que contemplarão o levantamento de quantidades para novos serviços.

Atualmente a SINFRA utiliza, para obter os custos unitários de serviços, as composições da Tabela SINAPI e composições produzidas pela própria Superintendência. Apesar de este trabalho contemplar essas composições para elementos de vedação, há a possibilidade de expansão dos algoritmos para novas composições.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

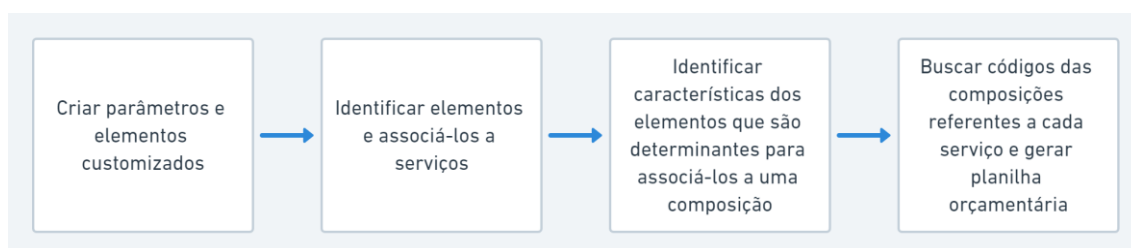
Este trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa exploratória, que propõe uma nova metodologia para levantar quantitativos. Após verificar o excessivo trabalho manual causado pela estratégia de levantamento aplicada pela SINFRA, foi proposta a utilização do método BIM para levantamento de quantitativos, objetivando tornar mais ágil o procedimento, diminuindo assim o tempo empregado nas primeiras fases do processo de orçamentação e diminuindo os gastos com esta etapa.

Para construir o produto final deste trabalho foi escolhida uma combinação de três softwares: Autodesk Revit 2020, Microsoft Excel 2010 e o Dynamo Revit 2.1.0.733. Importante apontar que o Revit e o Dynamo foram utilizados na versão em inglês, portanto alguns nomes de ferramentas destes programas podem estar referenciados neste idioma.

O Revit foi o software responsável por criar a modelagem 2D e 3D dos elementos que foram utilizados para obter o orçamento final, enquanto que o Excel desempenha a função de armazenar valores de entrada e de saída do Revit. O Dynamo introduz-se como uma ‘ponte’ que liga o Revit ao Excel, automatizando processos que se fossem feitos diretamente no Revit resultariam em um trabalho muito manual e repetitivo.

A metodologia é conduzida por quatro macros etapas, vistas na Figura 1, sendo possível avançar entre elas somente quando a anterior for concluída.

**Figura 1 – Macros etapas do trabalho.**



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Foram feitos scripts no Dynamo para auxiliar cada etapa da metodologia, fazendo com que estas adquiram assim uma maior praticidade, automatizando ao máximo o processo. A primeira etapa tem por função a criação de parâmetros, que não são originários do Revit, porém são necessários para que o processo aqui descrito funcione.

Estes parâmetros são os responsáveis pelo armazenamento de informações sobre os elementos, como os serviços executados para criá-los, identificadores únicos, códigos de composições e quantitativos. Esta primeira etapa se dá por concluída quando os parâmetros são criados e quando alguns, ou todos, elementos de estudo são modelados no Revit.

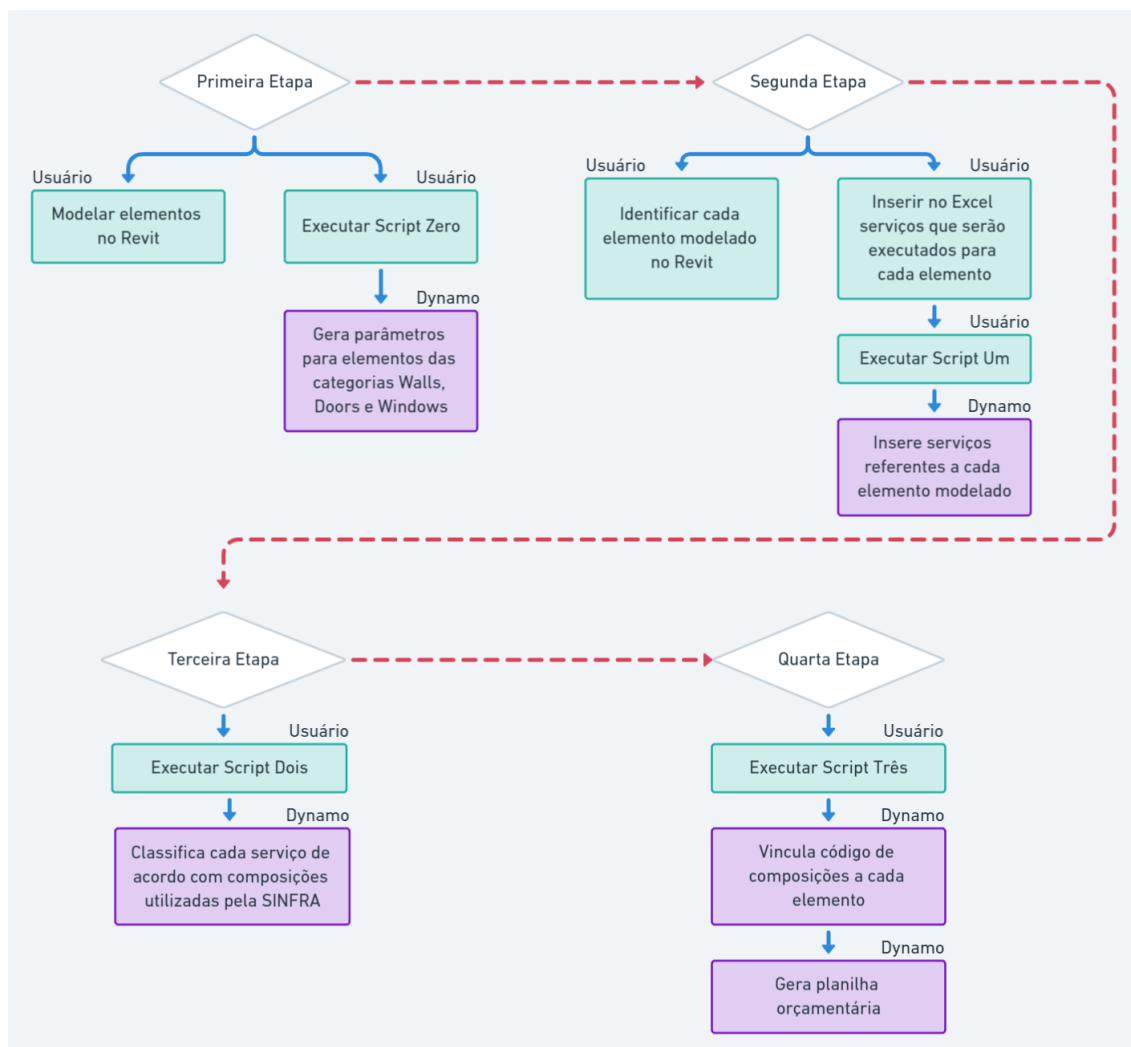
A segunda etapa tem como objetivo a identificação de cada objeto modelado – através de um identificador único – e a associação de cada um desses elementos a serviços que são necessários para que haja a construção do componente em obra. A etapa é finalizada quando os objetos estão devidamente identificados e os serviços são ligados a cada elemento.

A terceira etapa é totalmente mecanizada, identificando os serviços vinculados a cada elemento modelado e os classificando de acordo com uma das composições utilizadas pela SINFRA.

A quarta etapa utiliza as classificações feitas na terceira etapa para vincular a cada um dos objetos modelados os códigos referentes às composições utilizadas. Após isto, automaticamente é gerada uma planilha orçamentária contendo os serviços, códigos das composições, quantidades medidas, unidades de medida, preços unitários e preços totais.

A primeira, segunda, terceira e quarta etapas descritas anteriormente são auxiliadas pela execução de quatro scripts, respectivamente, Script Zero, Script Um, Script Dois e Script Três, que possuem o propósito de evitar o trabalho manual, repetitivo e demorado que as etapas podem oferecer. A Figura 2 esquematiza o que foi descrito para cada etapa.



**Figura 2** – Esquema das etapas descritas na metodologia.

Fonte: Esta pesquisa (2021)

### 3.1. ESCOLHA E ANÁLISE DO MODELO

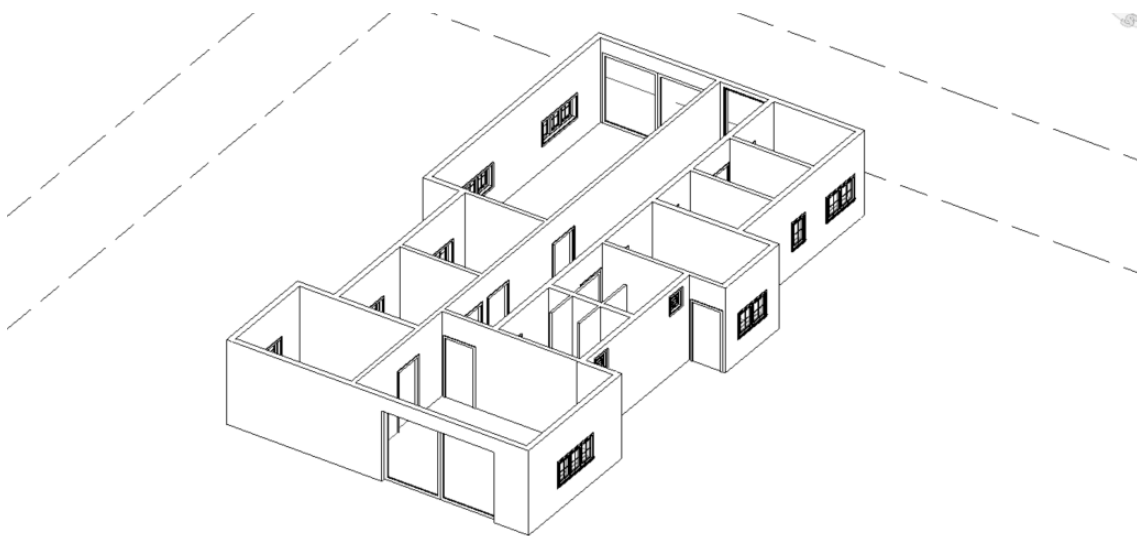
Para chegar ao resultado final, que é a geração de uma planilha de orçamentos, foi necessário trabalhar com um modelo base no Revit contendo os elementos de interesse na orçamentação.

A construção de uma edificação é feita em diversas etapas, cada qual sendo constituída de inúmeros serviços que produzirão os elementos que foram idealizados na fase de planejamento do projeto. Mapear todos os elementos resultantes é um processo muito complexo, por isto esse trabalho irá se limitar a estruturar objetos BIM pertencentes às etapas de execução de elementos de vedação, como: alvenarias de bloco cerâmico, alvenarias de bloco de concreto, parede de gesso, drywall, divisórias,

chapisco, emboço, massa única, selador, massa corrida, pintura, textura, revestimento cerâmico, encunhamento, isolamento de drywall, demolição de cerâmica, apicoamento e esquadrias (portas e janelas).

A Figura 3 mostra o modelo utilizado no projeto, que contém apenas os elementos e serviços descritos acima.

**Figura 3 - Modelagem Revit contendo elementos de vedação.**

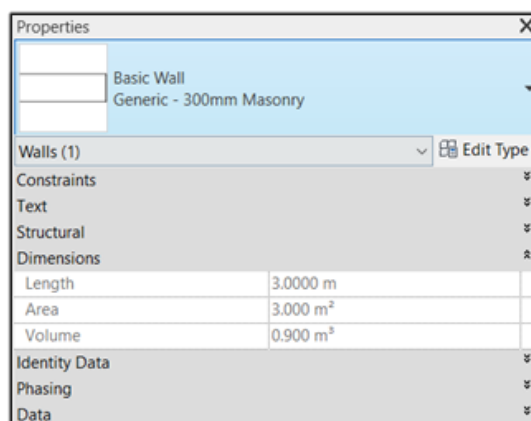


Fonte: Esta pesquisa (2021)

### 3.2. PARÂMETROS E ELEMENTOS CUSTOMIZADOS

O Revit oferece para cada elemento e família de elementos um conjunto de parâmetros preestabelecidos e inerentes, que podem ser divididos em parâmetros de Tipo e de Instância. Os parâmetros de Instância podem ser definidos como parâmetros pertencentes ao elemento individual e identificam propriedades únicas associadas a ele. Uma parede que possui uma área de 3m<sup>2</sup>, por exemplo, possuirá um parâmetro Instância chamado 'Area' que indicará esse valor, como mostra na Figura 4.

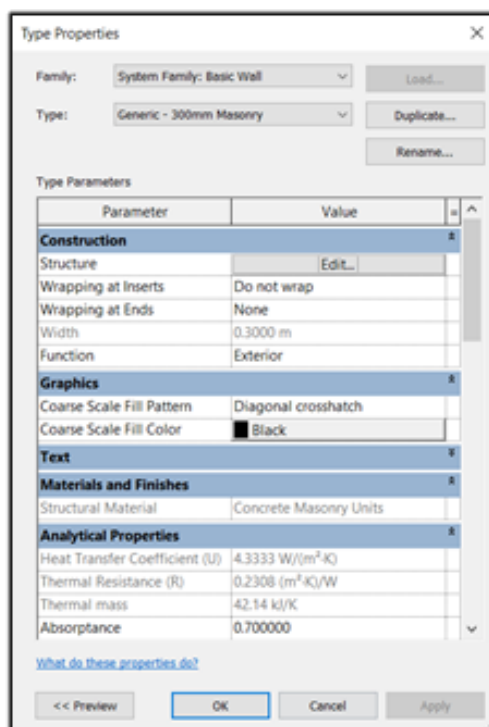
**Figura 4** – Parâmetros Instância de um elemento parede.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Já os parâmetros de Tipo podem ser definidos como parâmetros em comum a todos os elementos de uma mesma classe<sup>1</sup>. Esses parâmetros e seus valores são compartilhados entre todos os elementos encaixados em uma classe específica. A Figura 5 exibe um exemplo dos parâmetros Tipos.

**Figura 5** – Parâmetros Tipos da classe ‘Generic – 300mm Masonry’.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

<sup>1</sup> O Revit também define aqui como elementos do mesmo ‘tipo’, porém para evitar confusões com os parâmetros Tipos, quando se referir a elementos do mesmo ‘tipo’ se escreverá elementos de uma mesma ‘classe’.

A base deste trabalho é que foram criados, a partir de famílias de elementos genéricos já existentes nas bibliotecas do REVIT, elementos únicos que possuem nome, material e parâmetros próprios, caracterizando-os assim como objetos BIM. Esses objetos irão referenciar os elementos que serão construídos nos projetos feitos pela SINFRA.

É importante ressaltar que os parâmetros possuem grande importância em todas as etapas da metodologia deste projeto, pois são responsáveis por armazenar valores que identificam o elemento e os serviços que serão associados aos objetos BIM.

### **3.2.1. Criação de Parâmetros Customizados**

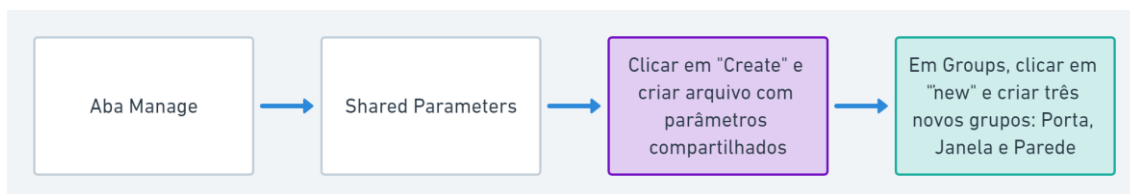
Quando se trata de criar novos parâmetros, o Revit permite a criação de *Shared Parameters*, que são parâmetros que depois de criados podem ser utilizados em diversos projetos, e do *Project Parameters*, que são parâmetros exclusivos do projeto em que foram gerados. Para a utilização de parâmetros customizados em um projeto, é necessário se utilizar dos *Project Parameters*, que podem ser produzidos a partir dos *Shared Parameters* ou do zero.

Como um dos objetivos deste trabalho é facilitar o processo de orçamentação, diminuindo o trabalho manual repetitivo, optou-se pela criação dos *Shared Parameters*, para assim poderem ser utilizados em quantos projetos o usuário quiser, bastando criar os parâmetros apenas uma vez e depois importar no projeto de preferência através dos *Project Parameters*.

Para esta metodologia, foram criados 32 parâmetros Tipos e 64 parâmetros Instância. Foi criado também um script no Dynamo, que automatiza a criação destes parâmetros, não sendo necessário que o usuário crie cada parâmetro manualmente. Este script, chamado de Script Zero, será detalhado nos resultados deste projeto.

Apesar de o script realizar a criação de todos os parâmetros, o usuário do algoritmo do Dynamo ainda precisará realizar alguns passos antes de rodar o script, mostrados na Figura 6.

**Figura 6** – Passos antes de rodar o Script Zero – *Shared Parameters*.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Primeiramente deverá ser criado um arquivo para armazenar os *Shared Parameters*, acessando o *Shared Parameters* na aba *Manage* e logo após isto deverá ser criado três grupos com os nomes: Parede, Porta e Janela. Cada um desses grupos ficará responsável, respectivamente, pelos parâmetros customizados que serão atribuídos aos elementos das categorias *Walls*, *Doors* e *Windows*.

Após estes parâmetros serem criados, o Script Zero – *Shared Parameters* poderá ser executado, gerando assim uma série de parâmetros que foram utilizados no decorrer deste projeto. A primeira vez que o Script Zero – *Shared Parameters* for utilizado, automaticamente será criado os *Project Parameters* para o projeto que estiver aberto no Revit no momento que o script for executado. Após isto, para utilizar os *Shared Parameters* em outros projetos, deverá apenas ser selecionado o arquivo que contém os *Shared Parameters* e executar o Script Zero – *Project Parameters*. A importação dos *Shared Parameters* para o projeto aberto no Revit se dará automaticamente.

### 3.3. IDENTIFICANDO ELEMENTOS E ASSOCIANDO-OS A SERVIÇOS

Ao criar um objeto BIM no Revit, deverá ser associado a ele um identificador único e os serviços que serão conduzidos para que este elemento seja executado em uma obra. Por exemplo, caso o objetivo seja executar uma parede de alvenaria de bloco cerâmico 9x19x19cm, revestida com chapisco internamente e externamente, massa única internamente e externamente e acabamento em pintura na parte externa, deverá ser indicado no elemento do Revit todas essas características através da associação de valores que representarão estes serviços aos parâmetros únicos criados anteriormente.

Como cada objeto BIM é único, pois têm características únicas, este deve receber um valor ao parâmetro Tipo chamado ID, criado nas etapas anteriores. Este valor precisa ser exclusivo para cada elemento criado. Sugere-se que seja criada uma tabela

no Excel, similar a Tabela 1, para que sejam mapeados todos os IDs já criados e evitar que sejam repetidos.

**Tabela 1** – Tabela catalogando todos IDs já utilizados.

PARÂMETRO	VALOR
ID	P1_ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm
ID	P2_ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm
ID	P3_ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39cm

Fonte: Esta pesquisa (2021)

Com o objeto BIM do exemplo anterior já bem definido com seu ID único, pode-se começar a associação dos serviços aos parâmetros de Tipo. Esta associação começa com o usuário documentando em uma planilha do Excel, primeiramente, o ID do elemento que receberá os serviços, e depois, os serviços que serão executados. Na Tabela 2 pode-se ver um exemplo de uma planilha de serviços do Excel, em que o elemento de ID ‘P1\_ALVENARIA\_BLC\_CERAMICO\_9X19X19cm’ receberá os serviços relatados no exemplo anterior.

**Tabela 2** – Exemplo de planilha ‘Serviços’ do Excel que mapeia todos os serviços que uma classe de paredes receberá

PARÂMETRO REVIT ( _PARAM )	SERVIÇOS ASSOCIADOS AO ELEMENTO ( _SERV )
ID	P1_ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm
CHAPISCO_INT_PARAM	CHAPISCO_INT_SERV
CHAPISCO_EXT_PARAM	CHAPISCO_EXT_SERV
MASSA_UNICA_INT_PARAM	MASSA_UNICA_INT_SERV_10mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_25mm
PINTURA_EXT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_EXT_MULTPAV_SERV

Fonte: Esta pesquisa (2021)

Analisando esta planilha, nota-se que a primeira linha é exclusiva para o título da coluna. Em seguida pode-se destacar que, na primeira coluna, da segunda linha em diante, estão presentes alguns dos parâmetros Tipos que foram associados à classe do

elemento nas etapas anteriores. Neste caso, tratam-se especificamente dos parâmetros que são utilizados para receber os valores dos serviços específicos para aquele elemento. Por convenção do autor, o parâmetro ‘Description’ representa o serviço primário, ou seja, o serviço que é necessário ser feito para que os demais aconteçam. Por exemplo, é necessário que a parede seja executada para que se coloque o chapisco. Os serviços secundários, que dependem do primário, são marcados pelas indicações ‘\_EXT’ para serviços feitos na parte exterior, ‘\_INT’ para serviços feitos na parte interior e seguidos por ‘\_PARAM’, para representar que são parâmetros do Revit.

A terceira coisa a se destacar sobre a Tabela 2 é a segunda coluna, que recebe os valores que são ligados ao elemento do Revit que possui o ID ‘P1\_ALVENARIA\_BLC\_CERAMICO\_9X19X19cm’. Mais uma vez, por convenção do autor, os valores dos parâmetros Tipos de serviços secundários têm os mesmos marcadores ‘\_EXT’ e ‘\_INT’, porém em vez de receberem o marcador ‘\_PARAM’, recebem o ‘\_SERV’, para representar que são valores de serviços. Alguns valores possuem uma característica particular daquele serviço seguindo o marcador ‘\_SERV’, como por exemplo, a massa única interna que possui espessura de 10mm, formando então o sufixo ‘\_SERV\_10cm’.

Uma lista com todos os parâmetros e seus possíveis valores será apresentada nos resultados deste projeto. É válido destacar que todos os serviços utilizados neste trabalho são também usados pela SINFRA, podendo ser serviços retirados da Tabela SINAPI ou de composições próprias da Superintendência.

Após documentar o ID do elemento, seguido dos parâmetros e valores de cada serviço a ser produzido, é necessário executar o Script Um do Dynamo, que é responsável por identificar no Revit os elementos que possuem o ID indicado na planilha e colocar dentro deles os valores dos serviços para cada um dos parâmetros.

### 3.4. MAPEANDO SERVIÇOS A COMPOSIÇÕES

Depois que os objetos BIM estão feitos, associados a um nome, materiais, parâmetros e ocupação, chega à etapa de identificar quais composições devem ser utilizadas para cada um dos serviços que o elemento possui.

Pegando as composições da Tabela SINAPI como referência, que são a maioria das composições utilizadas pela SINFRA, cada uma possui regras que devem ser obedecidas para que os serviços possam ser encaixados em sua categoria. Por exemplo,

o elemento utilizado anteriormente com ID 'P1\_ALVENARIA\_BLC\_CERAMICO\_9X19X19cm', possui como serviço primário a execução de uma alvenaria de bloco cerâmico de dimensões 9x19x19cm. Este serviço esta previsto na Tabela SINAPI, porém para classificar essa atividade é necessário definir se esta parede possui vão e se sua área líquida é maior ou menor que 6m<sup>2</sup>. Como tudo que foi feito até agora foi definir os serviços a serem colocados neste elemento parede, fica faltando classificar cada serviço de acordo com as regras que as composições lhes impõem. Somente após esta classificação que se poderá pegar o código do SINAPI e o valor unitário associado àquela composição.

Como as dimensões e a presença ou ausência de vão são características de cada elemento individualmente, é necessário que estas características se associem a parâmetros Instância referente a cada um dos objetos criados.

Ao executar o Script Dois, todos os elementos modelados no Revit, e cada um dos seus serviços, serão mapeados e passarão por um algoritmo que irá classificá-los de acordo com as composições utilizadas pela SINFRA.

Esta classificação é guardada dentro dos parâmetros Instância, no grupo 'Text'. Estes parâmetros tem, por padronização do autor, o sufixo '\_RVT\_COD', para representar que são parâmetros de códigos do Revit, a exceção do parâmetro 'VÃO', que indicará se um elemento da categoria *Walls* possui ou não um vão associado.

### 3.5. GERANDO PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Com as classificações guardadas dentro de cada elemento modelado no Revit, é possível relacioná-las aos códigos das composições referentes. Essa associação entre classificações e códigos das composições é feita em uma combinação entre o Dynamo e o Excel, onde um documento do Excel contém uma planilha com todas as classificações, uma planilha com todos os códigos referentes a cada uma destas classificações e uma planilha com os preços unitários de cada composição.

Através da execução do último script, o Script Três, um algoritmo irá identificar os elementos e procurar as classificações guardadas neles. Através das classificações, o algoritmo poderá identificar os códigos das composições, que são armazenados em um conjunto de parâmetros Instância sob o grupo de 'Data'. Estes parâmetros terão um sufixo '\_COMP\_COD', para referenciar que são parâmetros que tratam dos códigos das composições.



Com os códigos armazenados nos parâmetros ‘\_COMP\_COD’, o Script Três se encarrega de buscar os valores unitários de cada composição em outra tabela do Excel e fabrica uma planilha de orçamentos contendo informações sobre a classificação do elemento, o código da composição, a unidade de medida, a quantidade medida, o valor unitário e o valor total calculado.

## 4. RESULTADOS

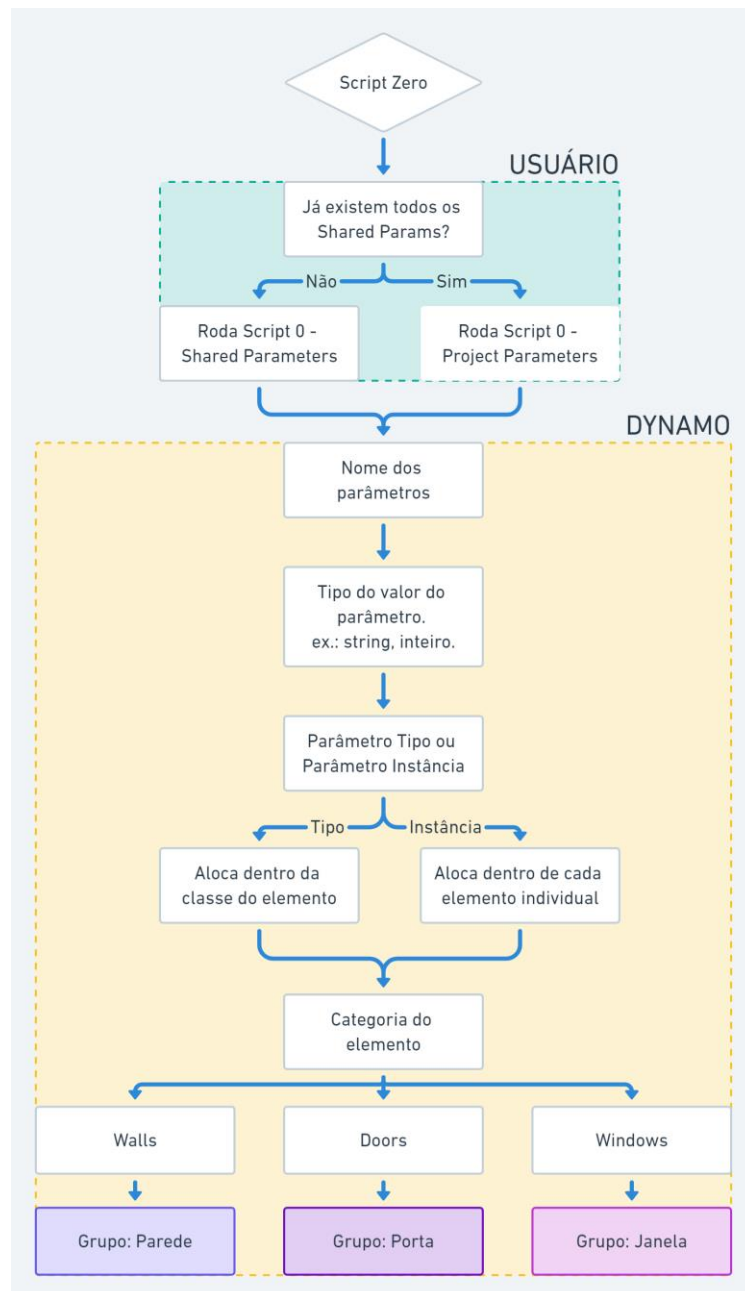
Como parte dos resultados gerados nesse projeto, tem-se a criação de parâmetros únicos que são utilizados em diversas etapas do processo, a criação de algoritmos visuais, e escritos em *Python 3*, no Dynamo, as tabelas acessórias do Excel utilizadas como método de entrada e saída de dados e por fim a obtenção da planilha orçamentária final.

Para facilitar a compreensão, os dados serão apresentados por ordem de acontecimento, acompanhando os scripts de zero a três.

### 4.1. SCRIPT ZERO – CRIANDO PARÂMETROS COMPARTILHADOS E DE PROJETO

O objetivo do Script Zero é direto e simples: criar os *Shared Parameters* e os *Project Parameters* que são utilizados nas etapas seguintes. Caso o arquivo com os *Shared Parameters* já tenha sido criado em algum momento, ele poderá ser reutilizado, faltando assim só executar o Script Zero – *Project Parameters* para importar os *Shared Parameters* para dentro do projeto desejado. Caso seja a primeira vez criando o arquivo *Shared Parameters* ou se esteja criando um novo arquivo, o Script Zero – *Shared Parameters* se encarregará de criar os parâmetros compartilhados e de importá-los para o projeto atual. A Figura 7 mostra como o script é processado pelo usuário e pelo Dynamo.

**Figura 7** – Fluxo gráfico do Script Zero.

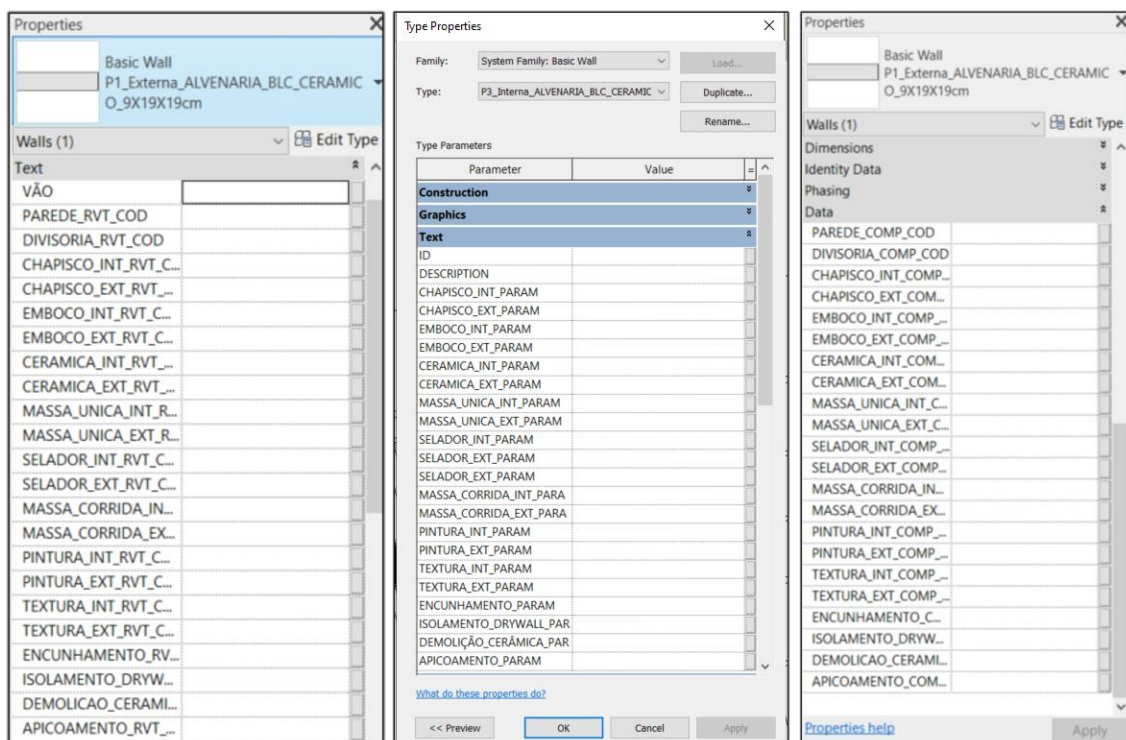


Fonte: Esta pesquisa (2021)

Após a execução do Script Zero, o resultado será a criação de uma lista de parâmetros Tipos e Instância nos elementos da categoria *Walls*, *Doors* e *Windows* do Revit.

A Figura 8 mostra, respectivamente, os parâmetros Instância da categoria *Walls* dentro do grupo 'Text', os parâmetros Tipos da categoria *Walls* dentro do grupo 'Text' e os parâmetros Instância da categoria *Walls* dentro do grupo 'Data'.

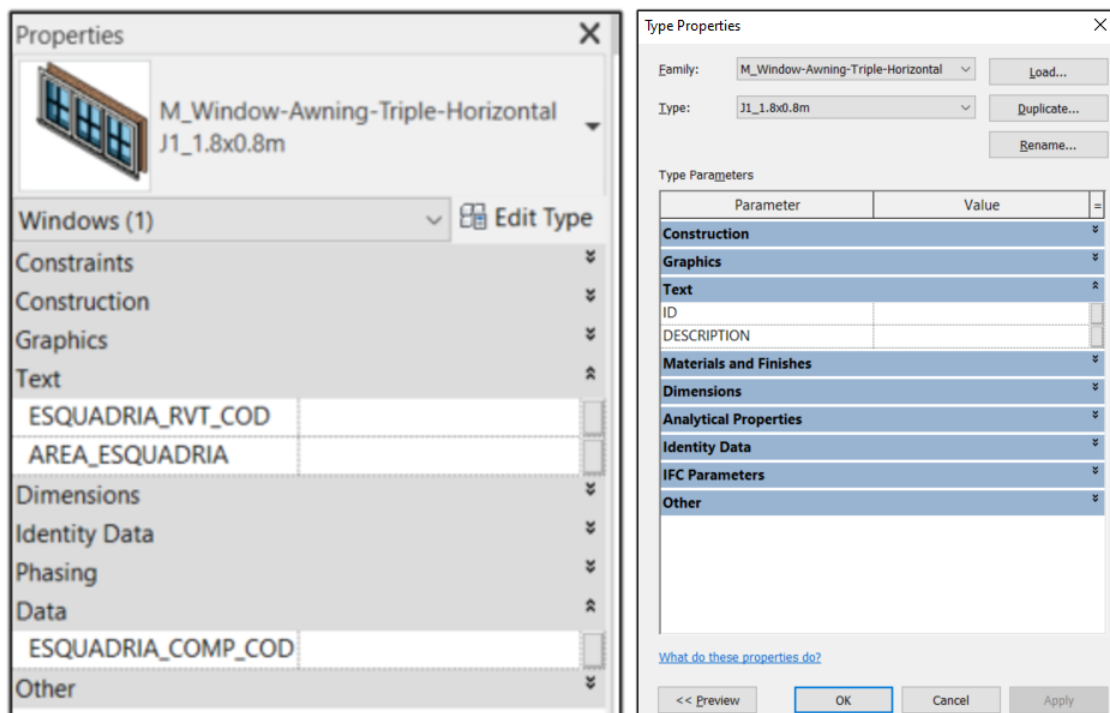
**Figura 8** – Lista dos parâmetros da categoria *Walls*. Da esquerda para a direita, parâmetros Instância – grupo *Text*, parâmetros Tipos – grupo *Text* e parâmetros Instância – grupo *Data*.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

A Figura 9 mostra a esquerda os parâmetros Tipos da categoria *Windows*, e a direita os parâmetros Instância desta mesma categoria. Apesar de a foto estar representando uma janela com nome J1\_1.8x0,80m, os parâmetros deste objeto são idênticos aos parâmetros dos elementos da categoria *Doors*.

**Figura 9** – Lista de parâmetros das categorias *Doors* e *Windows*. Da esquerda para a direita, parâmetros Tipos – grupo Text e parâmetros Instância – grupo Text e Data.



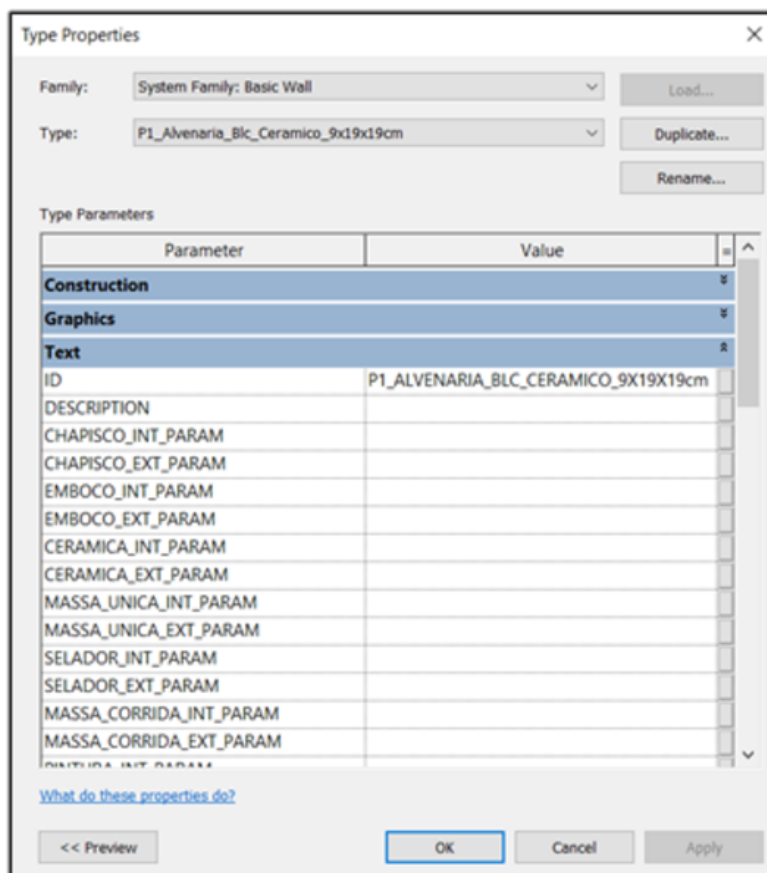
Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.2. SCRIPT UM – COMPONDO PARÂMETROS DE SERVIÇOS

Com os novos parâmetros criados no projeto, torna-se possível a utilização destes através dos próximos scripts. O Script Um trabalha em conjunto com uma planilha do Excel em que o usuário colocará o ID, o nome dos parâmetros e dos serviços que serão utilizados para a construção daquele objeto, como mostrado na Tabela 2.

Necessário lembrar que antes do usuário executar o Script Um, deverá colocar um valor dentro do parâmetro ID do elemento do Revit, igual mostra a Figura 10.

**Figura 10** – Parâmetro ID com valor inserido manualmente pelo usuário.

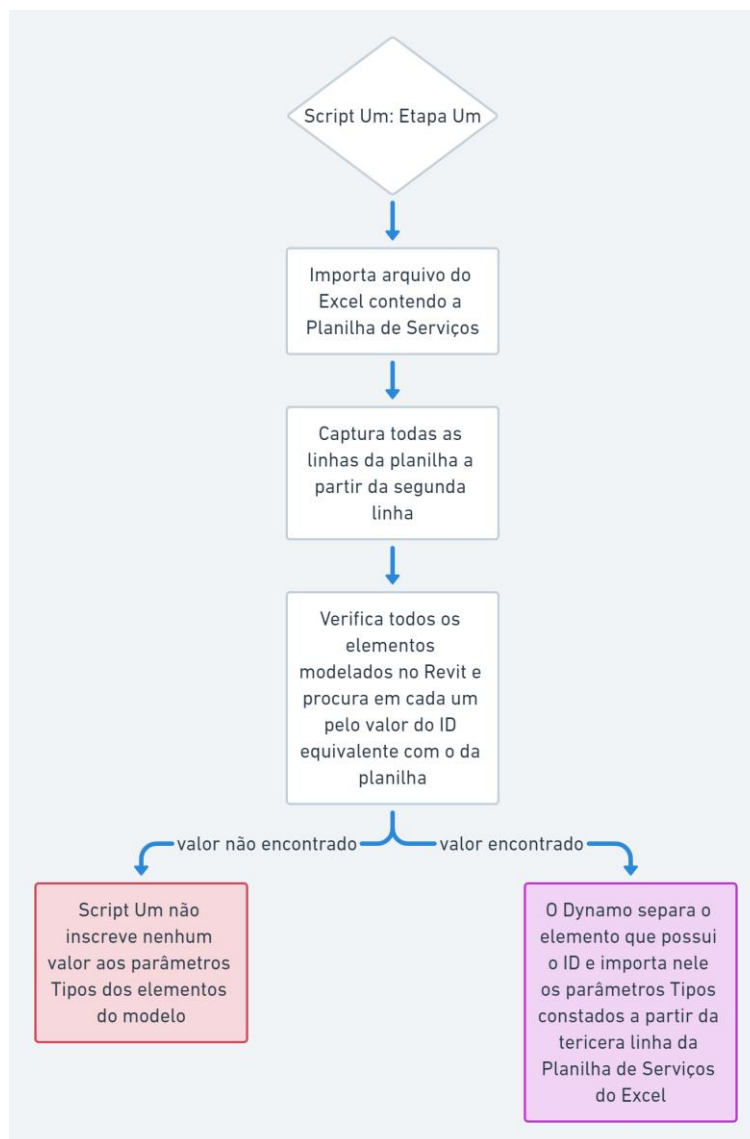


Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.2.1. Primeira Etapa

O algoritmo do Script Um pode ser dividido em duas etapas, onde a primeira começa com a importação do arquivo do Excel que contém a Planilha de Serviços, na qual o usuário irá realizar o trabalho de digitar na segunda linha o ID do elemento e o seu valor, respectivamente na primeira e segunda coluna desta linha. Da terceira linha em diante, a ordem dos parâmetros e seus valores podem ser escolhidos de acordo com a preferência do usuário. A Figura 11 esquematiza a primeira etapa do algoritmo do Script Um.

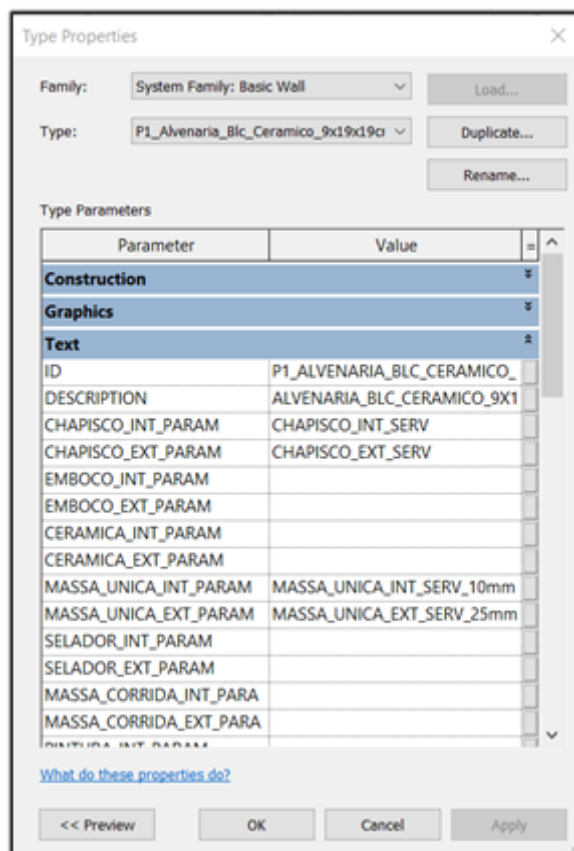
**Figura 11** – Esquema da primeira etapa do algoritmo do Script Um.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Após a importação dos dados, o Script Um analisa todos os elementos modelados até o momento no Revit em busca do elemento que possui um valor de ID igual ao valor que o usuário colocou na primeira linha da planilha do Excel. Após este valor ser encontrado, o elemento que o contém é separado dos demais e recebe os valores de todos os outros parâmetros que o usuário digitou na segunda coluna do Excel, a partir da terceira linha, e os aloca dentro dos parâmetros Tipos do elemento. A Figura 12 mostra a mudança nos valores dos parâmetros Tipos após a execução do Script Um.

**Figura 12** – Parâmetros Instância populados após a execução do Script Um.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.2.2. Segunda Etapa

A segunda etapa do Script Um acontece independente de quais valores foram digitados na Planilha de Serviços do Excel e independentemente também do elemento com o ID escolhido ter sido encontrado ou não.

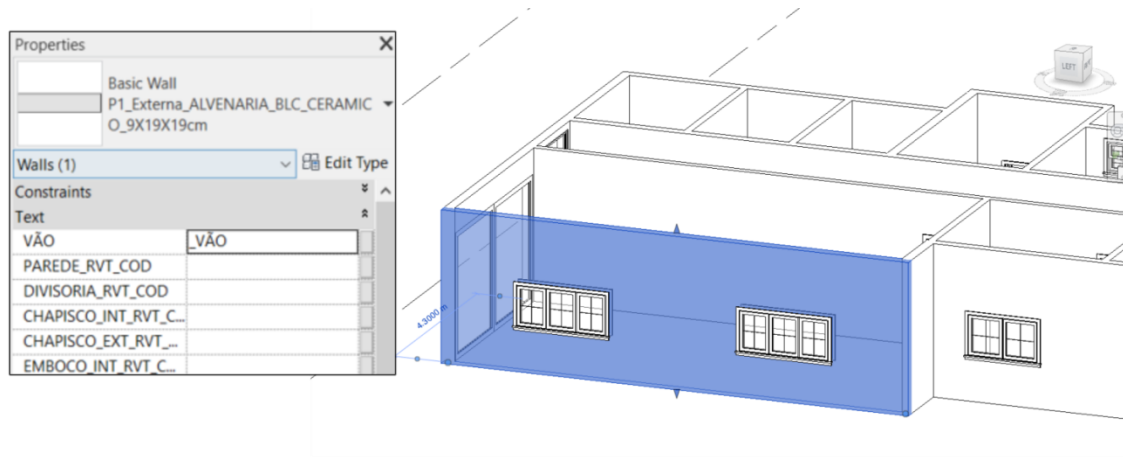
Esta etapa servirá para encontrar todos os elementos da categoria *Walls* e identificar se eles possuem ou não vãos. Ou seja, a segunda etapa identifica todos os objetos que representam paredes e analisa, um por um, se os elementos possuem aberturas para janelas ou portas.

Caso o elemento possua um vão, é gravado no valor do parâmetro Instância ‘VÃO’, dentro de cada objeto que representa uma parede, o título ‘\_VÃO’. Por outro lado, se o elemento não possui aberturas, ou seja, não contém um vão, será gravado o valor ‘\_SEM\_VÃO’. A Figura 13 demonstra o parâmetro ‘VÃO’ de uma parede que



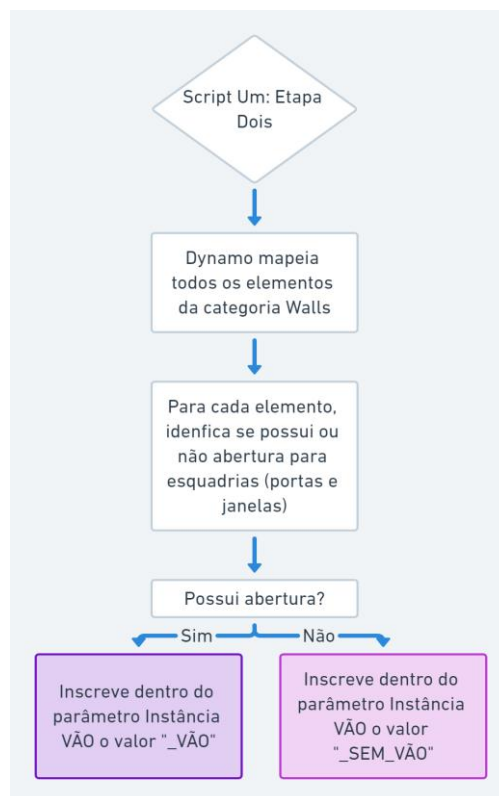
não possui aberturas para esquadrias. A Figura 14 esquematiza a segunda etapa do Script Um.

**Figura 13** – Parede com aberturas, com parâmetro Instância ‘VÃO’ identificando que esta possui vão.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

**Figura 14** – Segunda etapa do Script Um, classificando as paredes em ‘\_VÃO’ e ‘\_SEM\_VÃO’



Fonte: Esta pesquisa (2021)

### 4.3. SCRIPT DOIS – COMPONDO PARÂMETROS DE COMPOSIÇÕES

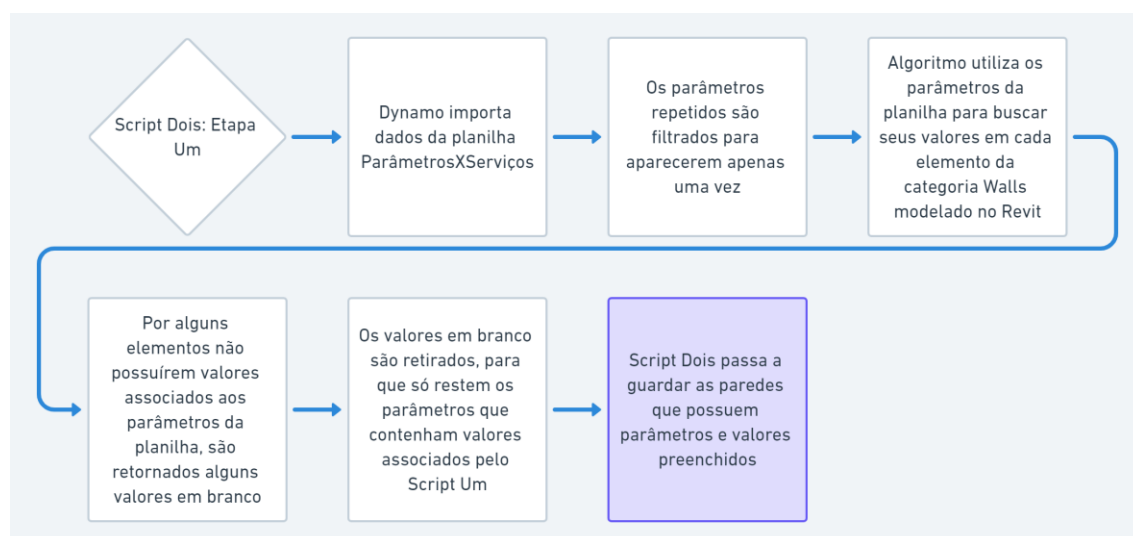
Após executar o Script Um para preencher os valores dos parâmetros de Tipos de cada elemento modelado no Revit, pode-se executar o Script Dois, que tem como objetivo a classificação dos serviços de acordo com a Tabela SINAPI ou de acordo com as composições feitas pelos profissionais da SINFRA.

#### 4.3.1. Primeira Etapa

A primeira etapa do Script Dois começa com a importação da planilha do Excel chamada ‘ParâmetrosXServiços’, que pode ser consultada no Apêndice A. Na primeira coluna desta tabela consta os nomes de todos os parâmetros Tipos que foram criados com o Script Zero. Na segunda coluna encontram-se os valores que podem ser associados a estes parâmetros. Para o propósito do Script Dois, são utilizados apenas os valores da primeira coluna.

O Dynamo analisa todos os elementos da categoria *Walls* modelados no Revit e busca, em cada um deles, todos os valores que foram associados aos parâmetros Tipos presentes na primeira coluna da planilha ‘ParâmetrosXServiços’. A esquematização desta primeira etapa pode ser vista na Figura 15.

**Figura 15** – Primeira etapa do Script Dois.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

### 4.3.2. Segunda Etapa

Para classificar os serviços de acordo com as composições, todos os valores dos parâmetros associados aos elementos da etapa anterior são verificados. De acordo estes valores, o elemento que contém o serviço é redirecionado a uma parte do algoritmo.

Caso o algoritmo identifique que os valores do parâmetro são iguais ao da Tabela 3, irá entrar em ação a classificação das alvenarias de acordo com a Tabela SINAPI.

**Tabela 3** – Parâmetros Tipos relacionados à parede de alvenaria.

PARÂMETRO (_PARAM)	CÓDIGO REVIT (_SERV)
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39cm

Fonte: Esta pesquisa (2021)

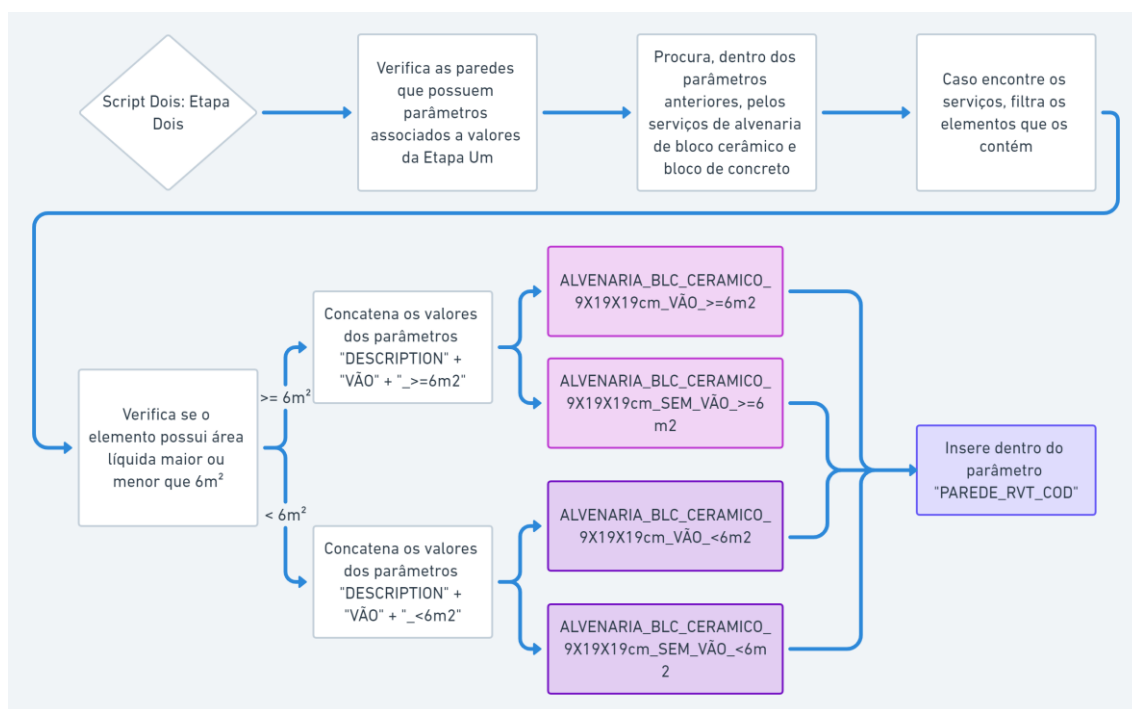
A Tabela SINAPI classifica estas paredes de acordo com os seguintes critérios:

- a parede tem presença ou ausência de vão;
- a parede tem área líquida maior ou menor que 6m<sup>2</sup>.

O algoritmo verifica qual o valor do parâmetro ‘VÃO’ associado a cada uma das paredes que possuem os valores da Tabela 3. Após isto, checa também qual o tamanho da área líquida de cada uma das paredes. Caso a parede tenha área menor que 6m<sup>2</sup>, o algoritmo concatena os valores do parâmetro ‘DESCRIPTION’ com o valor do parâmetro ‘VÃO’ e com os caracteres ‘\_<6m2’. Se, por exemplo, existir uma parede com o valor do ‘DESCRIPTION’ igual a ‘ALVENARIA\_BLC\_CERAMICO\_9X19X19cm’, com o valor de ‘VÃO’ igual a ‘\_VÃO’ e o algoritmo verificar que a parede tem menos de 6m<sup>2</sup>, será formado um valor ‘ALVENARIA\_BLC\_CERAMICO\_9X19X19cm\_VÃO\_<6m2’, que é armazenado no parâmetro Instância ‘PAREDE\_RVT\_COD’. A Figura 16 diagrama o raciocínio relatado acima.

Seguindo a lógica, se a parede tiver área líquida maior ou igual a 6m<sup>2</sup>, será concatenado os valores de ‘DESCRIPTION’ com os valores do parâmetro ‘VÃO’ e com os caracteres ‘\_>=6m2’.

**Figura 16** – Diagramação dos passos para a classificação dos elementos de alvenaria.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.3.3. Terceira Etapa

A terceira etapa, a quarta etapa e a quinta etapa acontecem concomitantemente com a segunda etapa e se encontram em tópicos separados a fim de melhorar a apresentação dos resultados.

Os serviços que serão classificados nesta etapa são os apresentados na Tabela 4. A característica que distingue esses serviços na Tabela SINAPI e nas composições da SINFRA é que eles são classificados apenas de acordo com a presença ou não de vãos.

**Tabela 4** – Parâmetros Tipos classificados por presença ou não de vãos.

PARÂMETRO (_PARAM)	CÓDIGO REVIT (_SERV)
DESCRIPTION	DRYWALL_SIMPLES
DESCRIPTION	DRYWALL_DUPLA
CHAPISCO_EXT_PARAM	CHAPISCO_EXT_SERV
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_25mm

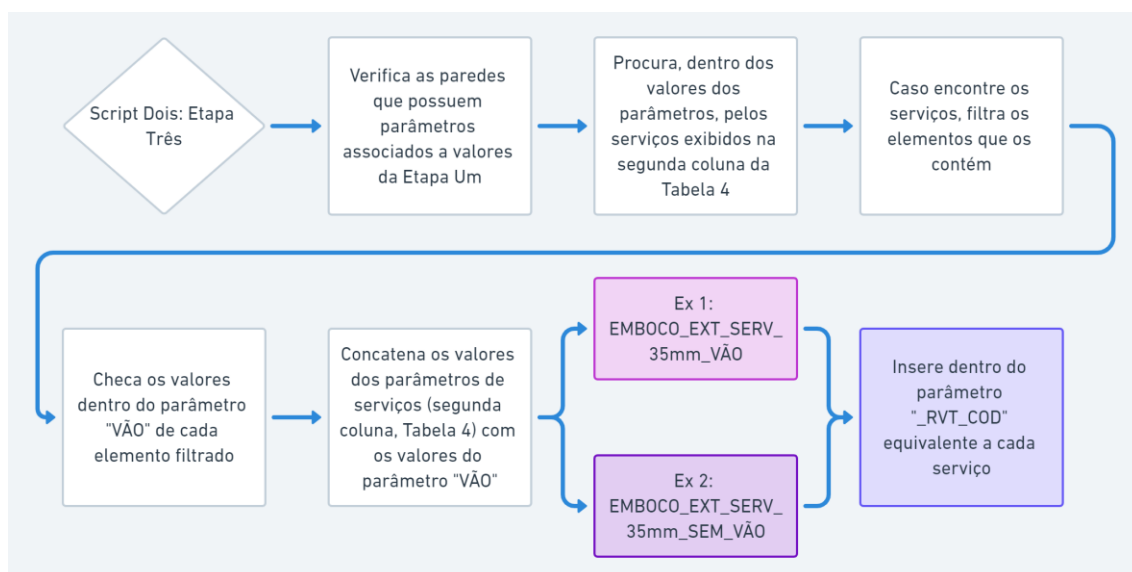
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_35mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_45mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_50mm
CERAMICA_EXT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x5 cm
CERAMICA_EXT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x1 0cm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_25mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_35mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_45mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_50mm
SELADOR_EXT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_EXT_MULTPAV_SE RV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_ DEMAO_MULTPAV_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_ DEMAOS_MULTPAV_SERV
PINTURA_EXT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_EXT_MULTPAV_SE RV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_M ULTPAV_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_ MULTPAV_SERV

Fonte: Esta pesquisa (2021)

Para cada uma das paredes, são concatenados os valores dos parâmetros Tipos, que equivalem aos serviços que serão executados pra construir o elemento, ao valor do parâmetro ‘VÃO’ da parede. Então, se uma parede possuir o serviço de chapisco externo e também possui um vão, será inserido um valor ao parâmetro Instância ‘CHAPISCO\_EXT\_RVT\_COD’ equivalente a ‘CHAPISCO\_EXT\_SERV\_VÃO’.

Na Figura 17 é possível ver um esquema informando como o algoritmo faz a classificação destas paredes segundo a Tabela SINAPI e as composições feitas pela SINFRA.

**Figura 17** – Algoritmo classificando os elementos apenas de acordo com a presença ou ausência de vãos.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.3.4. Quarta Etapa

Esta etapa terá por função identificar os elementos da categoria *Walls* que possuem serviços que não precisam de nenhuma classificação extra para que sejam compatibilizados com a Tabela SINAPI e as composições da SINFRA. Uma lista com estes serviços pode ser encontrada na Tabela 5.

**Tabela 5** – Parâmetros Tipos e valores de serviços que não precisam de classificação extra para serem classificados de acordo com alguma composição.

PARÂMETRO (_PARAM)	CÓDIGO REVIT (_SERV)
DESCRIPTION	PAREDE_BLC_GESSO_10cm
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_VIDRO

DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO_PAINE L
DESCRIPTION	DIVISORIA_GRANITO
ENCUNHAMENTO_PARAM	ENCUNHAMENTO_SERV
ISOLAMENTO_DRYWALL_PARAM	ISOLAMENTO_DRYWALL_SERV
DEMOLIÇÃO_CERÂMICA_PARAM	DEMOLIÇÃO_CERÂMICA_SERV
APICOAMENTO_PARAM	APICOAMENTO_SERV
CHAPISCO_INT_PARAM	CHAPISCO_INT_SERV
MASSA_UNICA_INT_PARAM	MASSA_UNICA_INT_SERV_10mm
MASSA_UNICA_INT_PARAM	MASSA_UNICA_INT_SERV_20mm
SELADOR_INT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_INT_SERV
SELADOR_INT_PARAM	SELADOR_PVA_INT_SERV
SELADOR_EXT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_EXT_TERREO_SER V
MASSA_CORRIDA_INT_PARAM	MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_UMA_DE MAO_SERV
MASSA_CORRIDA_INT_PARAM	MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_DUAS_D EMAOS_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_ DEMAO_TERREO_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS _DEMAOS_TERREO_SERV
PINTURA_INT_PARAM	PINTURA_PVA_INT_SERV
PINTURA_INT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_INT_SERV
PINTURA_EXT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_EXT_TERREO_SER V
TEXTURA_INT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_INT_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_T ERREO_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES _TERREO_SERV

Fonte: Esta pesquisa (2021)

Nesta etapa, o algoritmo checa as paredes que possuem os serviços acima e repassa os valores de seus parâmetros de serviço para seus parâmetros ‘\_RVT\_COD’.

Exemplificando: uma parede que possui o serviço no parâmetro ‘DESCRIPTION’ no valor de ‘PAREDE\_BLC\_GESSO\_10cm’ não sofre nenhuma classificação extra ao ser repassado para o parâmetro ‘PAREDE\_RVT\_COD’, mesmo que o valor do parâmetro ‘VÃO’ indique que essa parede contenha um vão.

#### 4.3.5. Quinta Etapa

Esta é a última etapa referente à classificação de elementos da categoria *Walls* e também é a última etapa que ocorre em paralelo com as etapas de dois a quatro.

O algoritmo classifica os serviços da Tabela 6 de acordo com a área líquida da parede em que eles são executados. Diferente da classificação com base nas áreas das alvenarias, estes elementos são classificados de acordo com áreas menores que 5m<sup>2</sup>, maiores que 5m<sup>2</sup> e entre 5m<sup>2</sup> e 10m<sup>2</sup>.

**Tabela 6** – Parâmetros Tipos que passarão por classificação de acordo com o valor da área líquida executada.

PARÂMETRO (_PARAM)	CÓDIGO REVIT (_SERV)
EMBOCO_INT_PARAM	EMBOCO_INT_SERV_10mm
EMBOCO_INT_PARAM	EMBOCO_INT_SERV_20mm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_SERV_33x45cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_33x45cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANATO_INT_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANATO_INT_MEIA_PAREDE_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_INT_SERV_5x10cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_5x10cm

Fonte: Esta pesquisa (2021)

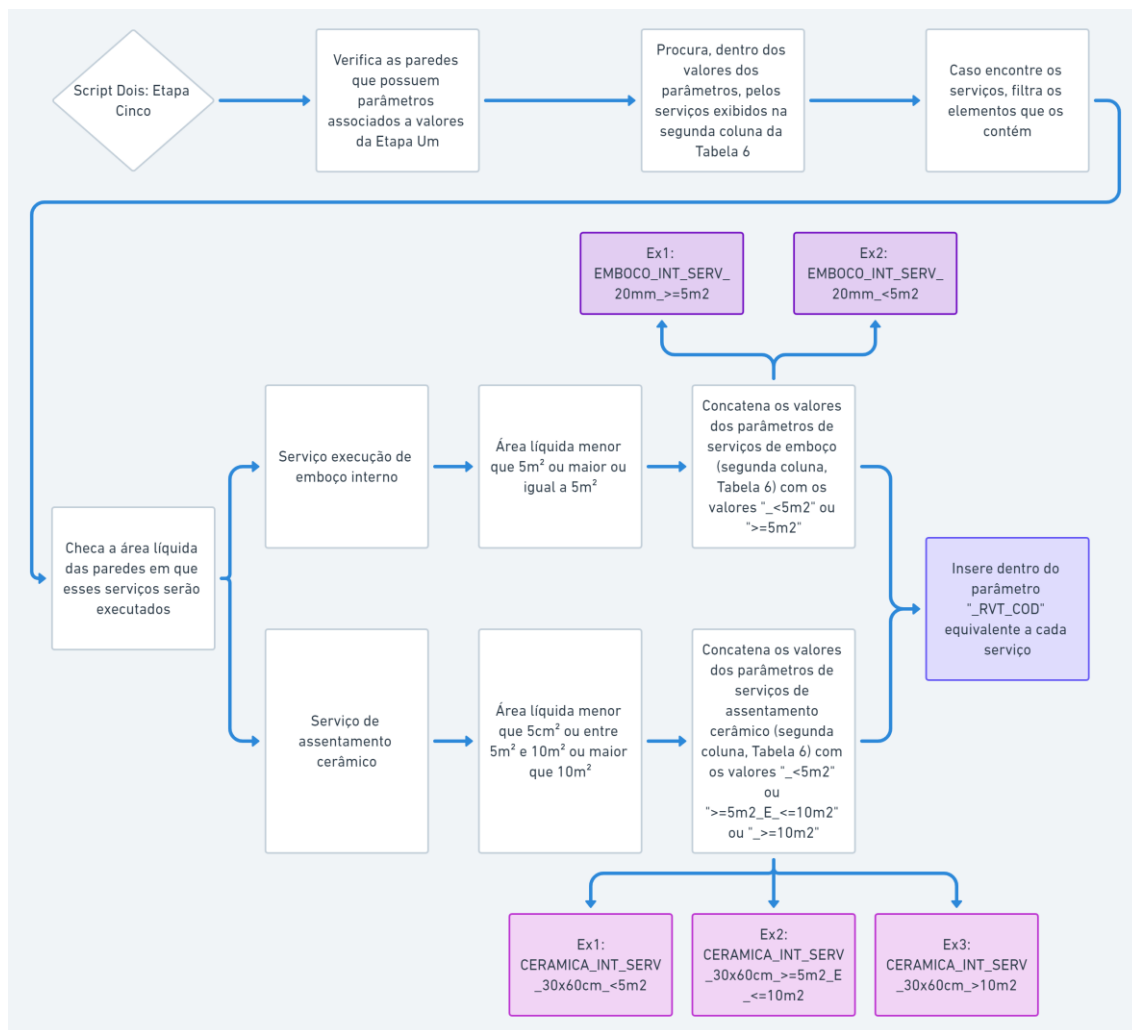


Os serviços que envolvem o assentamento de cerâmicas na parte interna de uma parede precisam ser classificados de acordo com a área líquida de aplicação. Neste caso, verifica-se se a área é maior, menor ou igual a  $5\text{m}^2$ .

Para o caso dos serviços de execução do emboço interno, é verificado se a área líquida do revestimento é menor que  $5\text{m}^2$ , entre  $5\text{m}^2$  e  $10\text{m}^2$  ou maior que  $10\text{m}^2$ .

O esquema da Figura 18 mostra que o algoritmo identifica os elementos que possuem algum dos serviços da Tabela 6 e concatena o valor do seu parâmetro de serviço com os caracteres ‘ $<5\text{m}^2$ ’ para elementos com área líquidas menores que  $5\text{m}^2$ , ‘ $\geq 5\text{m}^2$ ’ para cerâmicas com áreas de aplicação maior que  $5\text{m}^2$ , ‘ $\geq 5\text{m}^2\_E\_ \leq 10\text{m}^2$ ’ para emboços executados em uma área entre  $5\text{m}^2$  e  $10\text{m}^2$  e ‘ $\geq 10\text{m}^2$ ’ para emboços executados em uma área maior ou igual a  $10\text{m}^2$ . Exemplificando esse caso para uma parede com área menor que  $5\text{m}^2$ , que recebeu o serviço de emboço de 10mm de espessura, o parâmetro ‘EMBOCO\_INT\_RVT\_COD’ receberá o valor ‘EMBOCO\_INT\_SERV\_10mm\_ $<5\text{m}^2$ ’.

**Figura 18** – Esquema mostrando a classificação dos serviços de emboço interno e assentamentos cerâmicos de acordo com a área líquida executada.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.3.6. Sexta Etapa

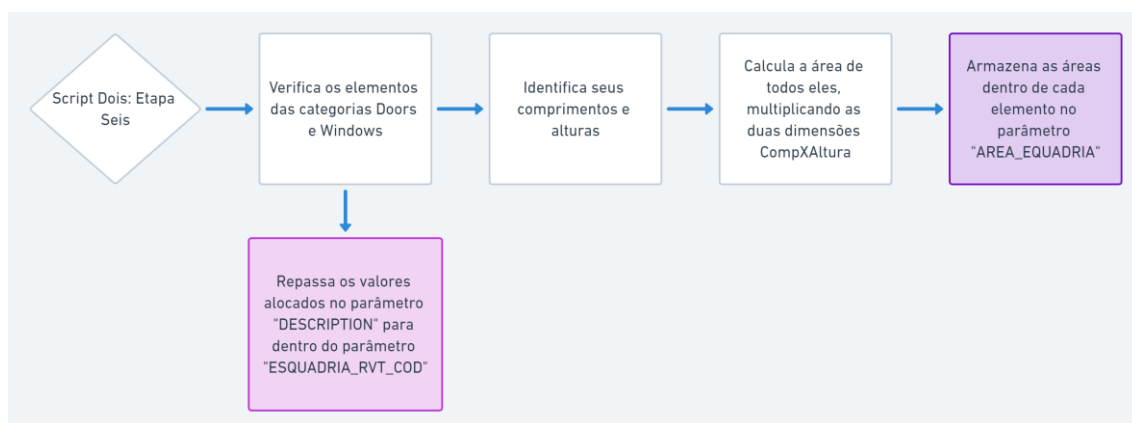
A sexta e última etapa do Script Dois acontece em paralelo com a primeira etapa e tem por finalidade classificar, de acordo com as composições feitas pela SINFRA, os serviços que envolvem esquadrias.

O algoritmo examina todos os elementos da categoria *Doors* e *Windows* que estejam modelados no momento no Revit e identifica suas dimensões de comprimento e altura. Com essas dimensões, são calculadas as áreas de cada um dos elementos e os resultados são inseridos no parâmetro Instância 'AREA\_ESQUADRIA'. Semelhante ao que ocorre com a classificação das paredes em relação à presença ou ausência de vão,

que é feita automaticamente independente dos elementos analisados terem ou não o parâmetro ID, a inserção do valor de área no parâmetro 'AREA\_ESQUADRIA' será feito independente de o elemento aferido ter ou não o parâmetro ID.

É nesta etapa também que o Dynamo repassa os valores que estão alocados no parâmetro 'DESCRIPTION' para dentro do parâmetro Instância 'ESQUADRIA\_RVT\_COD'. Este repasse acontece porque para que as esquadrias sejam classificadas de acordo com as composições da SINFRA, não é necessário uma classificação extra, sendo apenas exigido que a área do elemento seja informada. Então, caso um objeto que represente uma janela possua um valor para o parâmetro 'DESCRIPTION' igual a 'JA\_0.9x2.15m\_A', possuirá também esse valor para o parâmetro Instância 'ESQUADRIA\_RVT\_COD'. A Figura 19 apresenta um diagrama de como a etapa é procedida no Dynamo.

**Figura 19** – Algoritmo diagramado. Classificação dos elementos de esquadrias e obtenção de suas áreas.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.4. SCRIPT TRÊS

Com os elementos das categorias *Walls*, *Doors* e *Windows* devidamente classificados de acordo com a Tabela SINAPI e das composições próprias da SINFRA, e seus valores registrados dentro dos parâmetros Instância '\_RVT\_COD', é possível executar o Script Três.

#### 4.4.1. Primeira Etapa

O Script Três tem início com a importação de uma planilha do Excel chamada ‘RevitXComposição’, que pode ser consultada no Apêndice B. Esta planilha relaciona os valores armazenados nos parâmetros com sufixo ‘\_RVT\_COD’ com os códigos das composições próprias da SINFRA e composições retiradas da Tabela SINAPI.

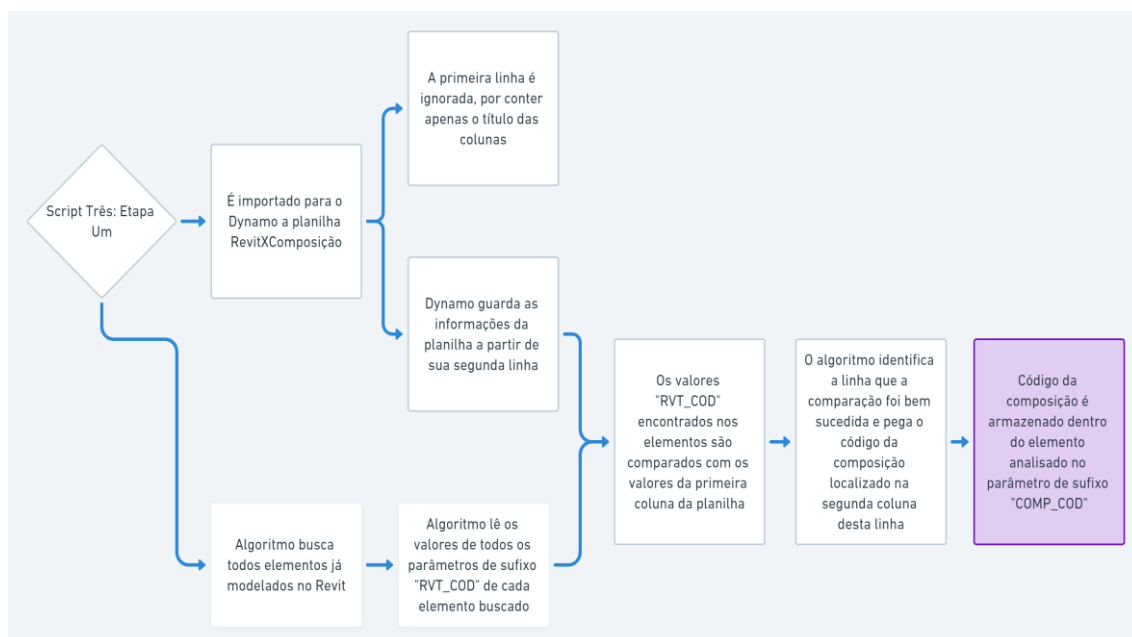
Após esta planilha ser importada no Dynamo, o algoritmo lê os dados, começando a partir da segunda linha, ignorando assim o título de cada coluna.

Paralelamente, o algoritmo busca todos os elementos modelados no Revit, até o momento, e armazena os valores que estão contidos nos parâmetros ‘\_RVT\_COD’ de cada um destes elementos.

Essas duas partes convergem quando o algoritmo utiliza os valores retirados do ‘\_RVT\_COD’ de cada elemento e procura por cada um deles na primeira coluna da planilha RevitXComposição. À medida que os valores são encontrados, os códigos das composições contidos na segunda coluna da planilha são guardados dentro de cada elemento, em parâmetros Instância de sufixo ‘\_COMP\_COD’. Uma diagramação desta etapa pode ser vista na Figura 20.

Exemplificando o que foi descrito acima: se for necessário colocar uma divisória de granito, este serviço terá um parâmetro de sufixo ‘\_RVT\_COD’, chamado ‘DIVISORIA\_RVT\_COD’, com o valor ‘DIVISORIA\_GRANITO’. Quando o Dynamo analisar este elemento, irá buscar na planilha RevitXComposição o valor ‘DIVISORIA\_GRANITO’ e, ao encontrá-lo, saberá que a composição equivalente é a ‘UFPE 6.3.1’. Assim, o algoritmo recuperará essa composição e a colocará como o valor do parâmetro Instância de sufixo ‘\_COMP\_COD’ chamado ‘DIVISORIA\_COMP\_COD’.

**Figura 20** – Esquema da primeira etapa do Script Três, onde é identificado o código da composição de cada serviço e armazenado no parâmetro Instância de sufixo ‘\_COMP\_COD’.



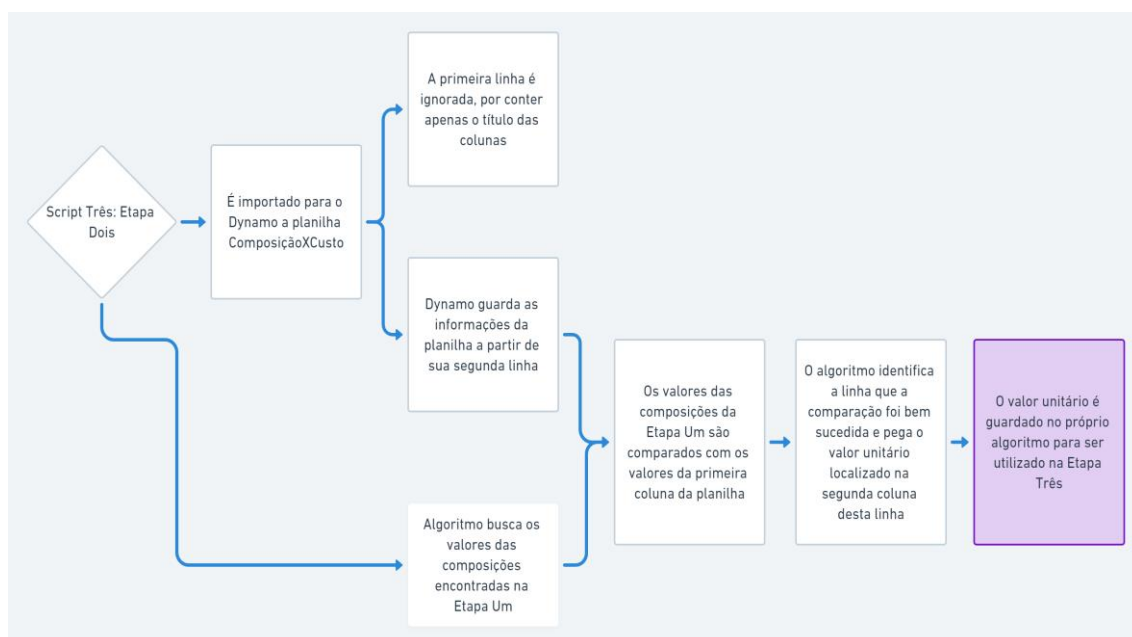
Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.4.2. Segunda Etapa

A segunda etapa começa com a importação de uma planilha chamada ‘ComposiçãoXCusto’, que faz uma vinculação entre as composições retiradas da Tabela SINAPI ou próprias da SINFRA e os valores unitários equivalente a cada uma delas. Esta planilha pode ser encontrada no Apêndice C.

Esta etapa se assemelha um pouco com a primeira etapa deste mesmo script. Após a importação da planilha para o Dynamo, este ignora a primeira linha da planilha, pois esta contém somente os títulos das colunas. Após isto, o algoritmo recupera os valores das composições associadas aos parâmetros ‘COMP\_COD’ e os compara com os valores da primeira coluna da tabela ComposiçãoXCusto. Caso a comparação seja bem sucedida, o algoritmo localiza a linha da planilha e guarda o valor correspondente da segunda coluna. Este valor será utilizado nas próximas etapas do algoritmo, porém não é repassado para dentro de nenhum parâmetro do Revit. A Figura 21 mostra a diagramação da segunda etapa.

**Figura 21** – Diagramação da Segunda Etapa. Neste processo é buscado e armazenado o valor unitário de cada composição.



Fonte: Esta pesquisa (2021)

#### 4.4.3. Terceira Etapa

A terceira e última etapa do Script Três consiste na reunião de todos os dados coletados através dos scripts executados até o momento para formar a tabela de orçamentos.

O Dynamo reúne todos os elementos mapeados anteriormente e começa a organizar as informações de cada um deles, coletando os dados obtidos através das Etapas Um e Dois, que são os valores dos parâmetros ‘\_RVT\_COD’, os valores dos parâmetros ‘\_COMP\_COD’ e os valores unitários associados aos ‘\_COMP\_COD’ que também foram guardados. Para cada elemento, então, é feita uma lista que agrupa os valores listados acima.

Após esta organização de dados, o algoritmo utiliza o ‘\_RVT\_COD’ de cada elemento para identificar qual a unidade de medida associada aquele serviço. Para os serviços mapeados neste projeto, as unidades de medida se limitam ao metro quadrado e ao metro. Estas unidades de medidas também são acrescentadas as listas criadas anteriormente.

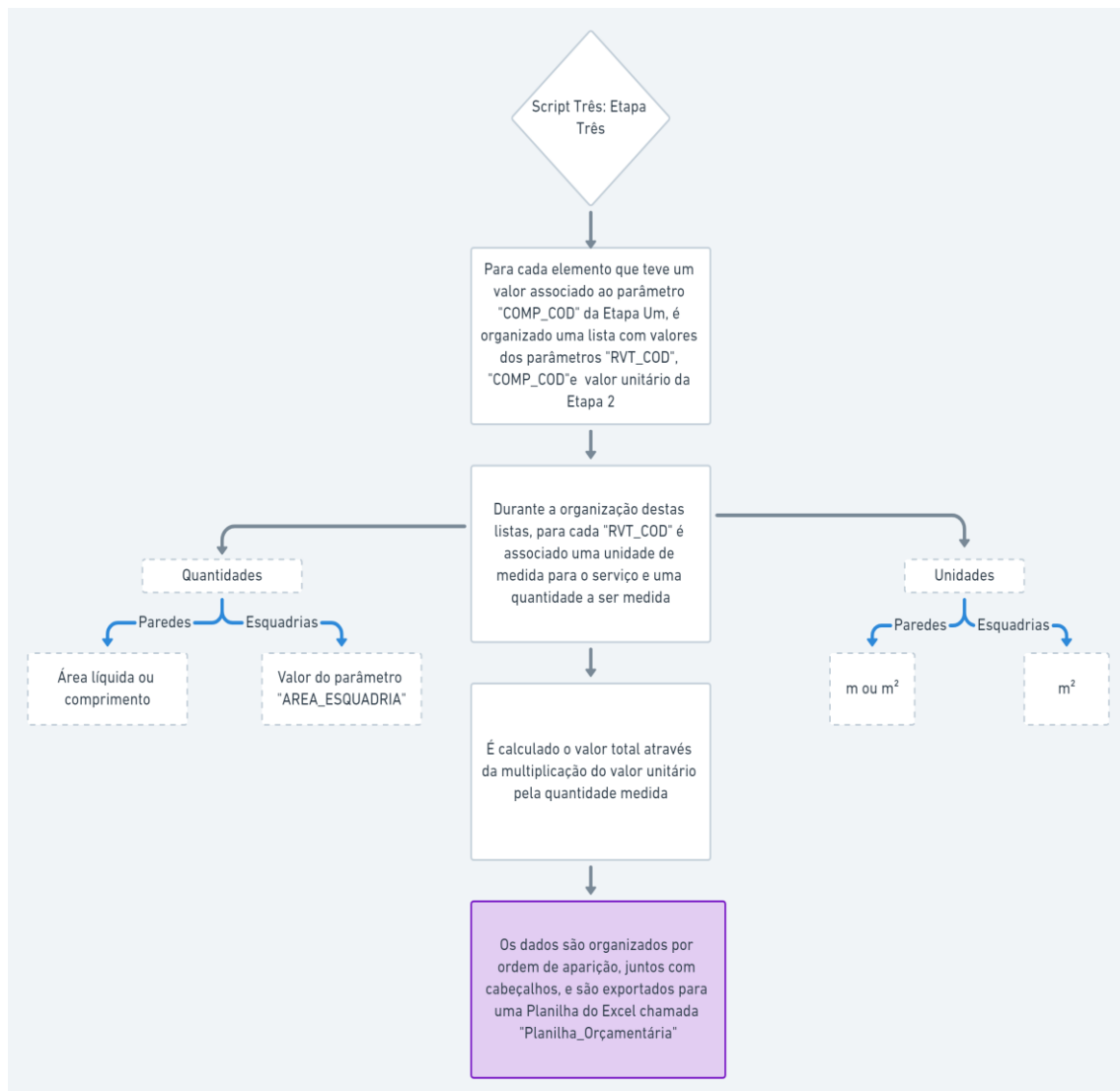
O algoritmo também utiliza o ‘\_RVT\_COD’ para verificar qual a quantidade medida a ser extraída para aquele serviço. Caso seja um serviço primário ou secundário

para construção de uma parede, a quantidade medida pode ser a área líquida da parede ou o seu comprimento. Caso seja um serviço para executar uma esquadria, a quantidade a ser medida pode ser extraída do parâmetro 'AREA\_ESQUADRIA'. Essa quantidade medida também é associada à lista anterior. Até agora, para cada elemento, existem listas contendo uma associação de '\_RVT\_COD', '\_COMP\_COD', valor unitário associado ao '\_COMP\_COD', unidade de medida do serviço e quantidade medida.

Com essas informações, já é possível organizar estes dados na ordem em que eles são exibidos na planilha orçamentária final. Para finalizar, são criados os títulos de cada coluna da nova planilha e, para cada lista, é feito um cálculo multiplicando o valor unitário pela quantidade medida, que resultará no valor total daquele serviço. Um esquema visual da terceira etapa pode ser visto na Figura 22.

O algoritmo reúne todos esses dados e exporta para um arquivo do Excel chamado 'Planilha\_Orçamentária', dentro da aba 'Orçamento', com todos os valores ordenados e calculados, sobrando apenas para o usuário o trabalho de formatar a planilha (tamanho das colunas e linhas, por exemplo) de acordo com gosto pessoal. A Figura 23 mostra o resultado final do projeto, a planilha orçamentária.

**Figura 22** – Esquema visual representando o algoritmo da terceira etapa.



Fonte: Esta pesquisa (2021)



Figura 23 – Planilha orçamentária.

Elemento Revit	Código Composição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Total
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm_SEM_VÃO_>=6m2	87503	m²	7,73	R\$ 55,34	R\$ 427,78
CHAPISCO_INT_SERV	87879	m²	7,73	R\$ 8,32	R\$ 64,31
CHAPISCO_EXT_SERV_SEM_VÃO	87894	m²	7,73	R\$ 5,11	R\$ 39,50
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>=5m2_E_<=10m2	87549	m²	7,73	R\$ 17,35	R\$ 134,12
ALVENARIA_BLC_CONCRETO_14X19X39cm_SEM_VÃO_>=6m2	87455	m²	15,15	R\$ 65,29	R\$ 989,14
CHAPISCO_INT_SERV	87879	m²	15,15	R\$ 3,32	R\$ 50,30
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>10m2	87553	m²	15,15	R\$ 14,75	R\$ 223,46
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm_VÃO_>=6m2	87519	m²	13,39	R\$ 60,17	R\$ 805,68
CHAPISCO_INT_SERV	87879	m²	13,39	R\$ 3,32	R\$ 44,45
CHAPISCO_EXT_SERV_VÃO	87905	m²	13,39	R\$ 6,62	R\$ 88,64
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>10m2	87553	m²	13,39	R\$ 14,75	R\$ 197,50
DRYWALL_SIMPLES_SEM_VÃO	96358	m²	5,77	R\$ 44,64	R\$ 257,57
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>=5m2_E_<=10m2	87549	m²	5,77	R\$ 17,35	R\$ 100,11
PAREDE_BLC_GESSO_10cm	UPPE 6.4.1	m²	3,09	R\$ 65,00	R\$ 200,85
EMBOCO_INT_SERV_10mm_<5m2	87545	m²	3,09	R\$ 20,88	R\$ 64,52
JA_0.9x0.215m_A	CUSTOM 1	m²	1,67	R\$ 95,00	R\$ 158,65
PMI_1x2.1m_A	CUSTOM 2	m²	1,95	R\$ 200,00	R\$ 390,00

Fonte: Esta pesquisa (2021)

## 5. DISCUSSÃO

Na metodologia tradicional, é criado primeiro uma modelagem 2D dos pavimentos utilizando um software específico, como o Autocad, para depois ser feita uma modelagem 3D utilizando um software que muitas vezes é diferente do que faz a modelagem 2D, como o SketchUp. Essa metodologia, além de demorada, pode gerar perdas de informação.

Após produzir os modelos 2D e 3D, é utilizada uma planilha onde são repassados, um a um, os elementos e seus quantitativos. Exemplificando então, para orçar uma parede que possua um vão e um tipo de revestimento, é necessário informar qual a parede, o seu comprimento, a sua altura, quais lados o revestimento será aplicado, quais as dimensões do vão, se o vão é uma porta ou uma janela, etc. Então, apesar da planilha ter uma automatização intrínseca proporcionada pelo Excel, o trabalho para fazer o levantamento do projeto ainda se mostra árduo.

Com a utilização de softwares BIM, como o Revit, é possível concentrar em um só lugar as informações necessárias sobre um modelo, além de elaborar, de uma única vez, as modelagens 2D e 3D.

Os resultados deste trabalho mostram que empregando a metodologia desenvolvida ao Revit, em conjunto com o Dynamo e Excel, é possível obter com mais agilidade o levantamento de quantitativos e seus custos totais referentes aos elementos de vedação. Isto porque com a aplicação do algoritmo, é possível atualizar mais rapidamente os parâmetros dos elementos e gerar uma planilha orçamentária atualizada com poucas interações do usuário. A Tabela 7 mostra quais e quantas interações o usuário precisa ter para que seja gerada uma planilha de orçamentos dos elementos modelados no Revit.

Graças a isso, torna-se mais viável a análise de diferentes opções de composições para um mesmo projeto, pois o tempo gasto para alterar elementos e montar uma nova planilha orçamentária é diminuto.

Além disso, o esforço, tempo e custo gerados pelo trabalho de um profissional que se dedica ao processo de orçamentação podem ser transferidos para outra etapa do procedimento, já que esta metodologia acelera a fase de levantamento de projeto.

Outra influência que esta metodologia tem é na redução de erros gerados no levantamento tradicional de quantitativos, onde há uma repetição no processo de verificação de quantidades e repasse destas para uma planilha.

**Tabela 7** – Ações a serem executadas para fabricar uma planilha orçamentária e a quantidade de vezes que precisam ser executadas.

AÇÃO	QUANTIDADE DE EXECUÇÕES
Executar Script Zero	Uma vez por projeto
Atribuir ID único a elementos	Uma vez por categoria de elemento
Escrever em uma tabela do Excel os serviços que serão executados para determinado elemento	Uma vez por categoria de elemento
Indicar no Dynamo Player de qual tabela do Excel serão importados os serviços que serão executados	Uma vez, caso a planilha não seja deletada, movida da pasta ou renomeada
Executar Script Um	Apenas quando novos elementos forem modelados ou apenas uma vez, quando todos os elementos estiverem modelados
Indicar no Dynamo Player em qual tabela do Excel estará a planilha ParâmetrosXServiços	Uma vez, caso a planilha não seja deletada, movida da pasta ou renomeada
Executar Script Dois	Apenas quando novos elementos forem modelados ou apenas uma vez, quando todos os elementos estiverem modelados
Indicar no Dynamo Player em qual tabela do Excel estará a planilha RevitXComposição	Uma vez, caso a planilha não seja deletada, movida da pasta ou renomeada

Indicar no Dynamo Player em qual tabela do Excel estará a planilha ComposiçãoXCusto	Uma vez, caso a planilha não seja deletada, movida da pasta ou renomeada
Indicar no Dynamo Player qual pasta deseja que seja criada a planilha de orçamentos	Uma vez, caso não queira mudar o lugar de exportação
Executar Script Três	Apenas quando novos elementos forem modelados ou apenas uma vez, quando todos elementos estiverem modelados

Fonte: Esta pesquisa (2021)

Observando a Tabela 7 é possível notar que as ações ‘*Atribuir ID único a elementos*’ e ‘*Escrever em uma tabela do Excel os serviços que serão executados para determinado elemento*’ são as que mais precisam de repetição da parte do usuário, porém, com o uso rotineiro do método, é possível que até essas etapas se tornem cada vez mais rápidas, à medida que o usuário for memorizando os passos, os nomes dos serviços ou a localização destes na planilha ParâmetrosXServiços, para que possam ser copiados para a tabela que será importada no Dynamo.

Apesar da agilidade que essa metodologia traz para o processo de orçamentação, caso a pessoa que queira usufruir dela precise adicionar mais serviços para serem contemplados, ou alterar os já existentes, é necessário possuir conhecimentos em algoritmos, em Dynamo e em Python 3, que embora sejam saberes difundidos e totalmente possíveis de se obter, requerem tempo e estudo.

Além de acelerar o processo para retirar quantidades dos elementos de vedação, a utilização dos parâmetros como método principal para entrada de dados em elementos do Revit, ao invés de utilização de materiais customizados e retirar os quantitativos direto destes, se dá pela dificuldade do Dynamo de reconhecer em qual face o material está aplicado, além de um erro residual gerado na medição de área a cada camada de material adicionada (Shi *et al.*, 2020). Este erro é causado por conta de como o Revit interpreta as junções de paredes e a sobreposição de materiais, diminuindo ligeiramente suas dimensões aferidas.

Por este método utilizar planilhas do Excel para importação e exportação de dados para o Dynamo, e estas planilhas fiquem expostas e desprotegidas a quem as tiver

utilizando, ficando sujeitas assim a alterações não intencionais dos usuários onde não deveria haver, preferiu-se limitar a quantidade de dados que precisariam ser importados diretamente do Excel. Desta forma, algumas etapas do algoritmo, como as etapas de dois até seis do Script Dois, possuem dados – que servem para identificar qual serviço se trata e encontra-los na planilha ‘ParâmetrosXServiços’ – digitados diretamente no script. Esta prática, apesar de blindar o algoritmo contra erros acidentais de quem estiver usufruindo, força que quando haja necessidade de acrescentar, excluir ou alterar dados já existentes, tenha que haver uma interação direta com o script no Dynamo.

## 6. CONCLUSÃO

Conclui-se que empregando ferramentas BIM ao levantamento de quantitativos de uma obra, é possível diminuir substancialmente a quantidade de esforço, tempo e custo associados a esta tarefa.

Através da metodologia empregada, foi possível vincular as composições utilizadas atualmente pela SINFRA para realizar os serviços que envolvem elementos de vedação, como paredes, divisórias, revestimentos e esquadrias. Estas composições não ficam limitadas apenas as da Tabela SINAPI, mas também incluem composições efetuadas pela própria SINFRA.

Foi provado que é possível desenvolver um algoritmo utilizando Dynamo, que extrai dados de parâmetros do Revit, e consegue trata-los de modo que se obtenha uma classificação de serviços segundo as composições requeridas. Além disso, consegue também vincular os códigos das composições a cada um dos elementos modelados no Revit, e, ao final, gerar uma planilha orçamentária com o nome dos serviços, os códigos das composições referentes, as quantidades medidas, as unidades de medição, os preços unitários e preços totais calculados.

O algoritmo desenvolvido também serve como ponto de partida para que outros algoritmos, que contemplem elementos e serviços diferentes dos aqui apresentados, possam ser criados no futuro por profissionais da SINFRA ou quaisquer outros interessados em aplicá-lo. Dá ainda a possibilidade mais básica de que se possam adicionar mais serviços que contemplem elementos de vedação, mas não foram contemplados neste trabalho por não fazerem parte das composições utilizadas pela SINFRA.

Com esta metodologia, torna-se mais fácil a criação de diferentes composições para um mesmo projeto. Através da alteração de um parâmetro no Revit, o modelo reflete imediatamente a mudança, que pode ser extraída, com poucas interações do usuário, para uma nova planilha orçamentária totalmente automatizada via Dynamo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ASHMORI, Y. Y. *et al.* BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 11, p. 1013–1019, 2020.

ANTWI-AFARI, M. F. *et al.* Critical success factors for implementing building information modeling (BIM): A longitudinal review. **Automation in Construction**, v. 91, p. 100–110, 2018.

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. Brasil, 2019. p. Seção 1, 2.

BRASIL. Decreto no 7.983, de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências, 2019. p. Seção 2.

CHAN, D. W. M.; OLAWUMI, T. O.; HO, A. M. L. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. **Journal of Building Engineering**, v. 25, 2019.

CHENG, Jack C. P.; LU, Qiqi. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, p. 442–478, 2015.

DYNAMO. About | The Dynamo Primer. Disponível em:  
<<https://primer.dynamobim.org/>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Livro. Indianápolis: Wiley Publishing, 2014.

GHAFFARIANHOSEINI, A; *et al.* Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 1046–1053, 2017.

IGNATOVA, E.; ZOTKIN, S.; ZOTKINA, I. The extraction and processing of BIM data. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 365, 2018.

KHOSAKITCHALERT, C.; FUKUDA, T.; YABUKI, N. The Accuracy Enhancement of Architectural Walls Quantity Takeoff for Schematic BIM Models. In: International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 35, 2018, Berlim, Alemanha.

MALTA, J. V. O. A. **Diagnóstico para Implementação BIM Usando o Método de Desenvolvimento e Análise de Alternativas Estratégicas**. Dissertação de Mestrado. Recife, PE: UFPE, 2020.

MATTOS, A. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas – estudos de caso - exemplos**. Livro. São Paulo: PINI, 2006.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, p. 84–91, 2014.

MUSTAFFA, N.E.; SALLEH, R.M.; ARIFFIN, H.L. Experiences of building Information Modelling (BIM) adoption in various countries. In: International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2017, Hyderabad.

SANTOS, A. *et al.* Orçamento na construção civil como instrument para participação em processo licitatório. **Revista Científica do Unisalesiano**, v. 7, p. 1–15, 2012.

SINAPI. **Metodologias e Conceitos**. Livro. 4. ed. Brasil: Caixa, 2020.

SENA, P. C. P. **Automação de processos de projeto e programação em BIM: Dynamo, Python e C#**. Dissertação de Mestrado. São Carlos, SP: USP, 2019.

SHI, Q. *et al.* 5D BIM Applications in Quantity Surveying: Dynamo and 3D Printing Technologies. **Smart Cities and Construction Technologies**, 2020.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, p. 357–375, 2009.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. Livro. São Paulo: PINI, 2006.

WONG, A; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Government roles in implementing building information modelling systems : Comparison between Hong Kong and the United States. **Construction Innovation**, v. 11, p. 61–76, 2011.



## **APÊNDICES**

## APÊNDICIE A – Planilha ParâmetrosXServiços

**Tabela 8** – Planilha contendo todos os parâmetros Tipos e seus possíveis valores.

PARÂMETRO (_PARAM)	CÓDIGO REVIT (_SERV)
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19cm
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm
DESCRIPTION	ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39cm
DESCRIPTION	PAREDE_BLC_GESSO_10cm
DESCRIPTION	DRYWALL_SIMPLES
DESCRIPTION	DRYWALL_DUPLA
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_PISO_TETO_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL
DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO
DESCRIPTION	DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO_PAINE L
DESCRIPTION	DIVISORIA_GRANITO
DESCRIPTION	JA_0.9x2.15m_A
DESCRIPTION	PM1_1x2.1m_A
ENCUNHAMENTO_PARAM	ENCUNHAMENTO_SERV
ISOLAMENTO_DRYWALL_PARAM	ISOLAMENTO_DRYWALL_SERV
DEMOLIÇÃO_CERÂMICA_PARAM	DEMOLIÇÃO_CERÂMICA_SERV
APICOAMENTO_PARAM	APICOAMENTO_SERV
CHAPISCO_INT_PARAM	CHAPISCO_INT_SERV
CHAPISCO_EXT_PARAM	CHAPISCO_EXT_SERV

EMBOCO_INT_PARAM	EMBOCO_INT_SERV_10mm
EMBOCO_INT_PARAM	EMBOCO_INT_SERV_20mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_25mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_35mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_45mm
EMBOCO_EXT_PARAM	EMBOCO_EXT_SERV_50mm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_SERV_33x45cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_33x45cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_30x60cm
CERAMICA_EXT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x5cm
CERAMICA_EXT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x10cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANATO_INT_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANATO_INT_MEIA_PAREDE_SERV_30x60cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_INT_SERV_5x10cm
CERAMICA_INT_PARAM	CERAMICA_PORCELANA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_5x10cm
MASSA_UNICA_INT_PARAM	MASSA_UNICA_INT_SERV_10mm
MASSA_UNICA_INT_PARAM	MASSA_UNICA_INT_SERV_20mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_25mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_35mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_45mm
MASSA_UNICA_EXT_PARAM	MASSA_UNICA_EXT_SERV_50mm
SELADOR_INT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_INT_SERV
SELADOR_INT_PARAM	SELADOR_PVA_INT_SERV
SELADOR_EXT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_EXT_TERREO_SERV
SELADOR_EXT_PARAM	SELADOR_ACRILICO_EXT_MULTPAV_SERV
MASSA_CORRIDA_INT_PARAM	MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_UMA_DEMAO_SERV

MASSA_CORRIDA_INT_PARAM	MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_DUAS_DEMAOS_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_DEMAO_TERREO_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_DEMAOS_TERREO_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_DEMAO_MULTPAV_SERV
MASSA_CORRIDA_EXT_PARAM	MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_DEMAOS_MULTPAV_SERV
PINTURA_INT_PARAM	PINTURA_PVA_INT_SERV
PINTURA_INT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_INT_SERV
PINTURA_EXT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_EXT_TERREO_SERV
PINTURA_EXT_PARAM	PINTURA_ACRILICA_EXT_MULTPAV_SERV
TEXTURA_INT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_INT_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_TERREO_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_TERREO_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_MULTPAV_SERV
TEXTURA_EXT_PARAM	TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_MULTPAV_SERV

## APÊNDICE B – Planilha RevitXComposição

**Tabela 9** – Planilha que cruza os valores dos parâmetros com sufixo ‘RVT\_COD’ com os códigos das composições retiradas da Tabela SINAPI e composições própria da SINFRA.

CÓDIGO REVIT	CÓDIGO COMPOSIÇÃO
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19c m_VÃO_>=6m2	87519
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19c m_VÃO_<6m2	87511
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19c m_SEM_VÃO_>=6m2	87503
ALVENARIA_BLC_CERAMICO_9X19X19c m_SEM_VÃO_<6m2	87495
ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm _VÃO_>=6m2	87465
ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm _VÃO_<6m2	87459
ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm _SEM_VÃO_>=6m2	87453
ALVENARIA_BLC_CONCETO_9X19X39cm _SEM_VÃO_<6m2	87447
ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39c m_VÃO_>=6m2	87467
ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39c m_VÃO_<6m2	87461
ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39c m_SEM_VÃO_>=6m2	87455
ALVENARIA_BLC_CONCETO_14X19X39c m_SEM_VÃO_<6m2	87449
PAREDE_BLC_GESSO_10cm	UFPE 6.4.1
DRYWALL_SIMPLES_VÃO	96359
DRYWALL_SIMPLES_SEM_VÃO	96358
DRYWALL_DUPLAS_VÃO	96369
DRYWALL_DUPLAS_SEM_VÃO	96368
DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL	2415
DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO	2413
DIVISORIA_EUCATEX_PAINEL_VIDRO_ PAINEL	2411
DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL	COT 6.3.1
DIVISORIA_PISO_TETO_PAINEL_VIDRO	COT 6.3.2
DIVISORIA_PISO_TETO_VIDRO	COT 6.3.3
DIVISORIA_PVC_PAINEL	COT 6.3.4
DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO	COT 6.3.5

DIVISORIA_PVC_PAINEL_VIDRO_PAINE L	COT 6.3.6
DIVISORIA_GRANITO	UFPE 6.3.1
ENCUNHAMENTO_SERV	93202
ISOLAMENTO_DRYWALL_SERV	96372
DEMOLIÇÃO_CERÂMICA_SERV	97633
APICOAMENTO_SERV	UFPE 1.2.1
CHAPISCO_INT_SERV	87879
CHAPISCO_EXT_SERV_VÃO	87905
CHAPISCO_EXT_SERV_SEM_VÃO	87894
EMBOCO_INT_SERV_10mm_<5m2	87545
EMBOCO_INT_SERV_20mm_<5m2	87527
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>=5m2_E_<= 10m2	87549
EMBOCO_INT_SERV_20mm_>=5m2_E_<= 10m2	87531
EMBOCO_INT_SERV_10mm_>10m2	87553
EMBOCO_INT_SERV_20mm_>10m2	87535
EMBOCO_EXT_SERV_25mm_VÃO	87775
EMBOCO_EXT_SERV_35mm_VÃO	87779
EMBOCO_EXT_SERV_45mm_VÃO	87784
EMBOCO_EXT_SERV_50mm_VÃO	87788
EMBOCO_EXT_SERV_25mm_SEM_VÃO	87792
EMBOCO_EXT_SERV_35mm_SEM_VÃO	87797
EMBOCO_EXT_SERV_45mm_SEM_VÃO	87801
EMBOCO_EXT_SERV_50mm_SEM_VÃO	87805
CERAMICA_INT_SERV_33x45cm_<5m2	87272
CERAMICA_INT_SERV_33x45cm_>=5m2	87273
CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_3 3x45cm_<5m2	87274
CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_3 3x45cm_>=5m2	87275
CERAMICA_INT_SERV_30x60cm_<5m2	UFPE 16.4.5
CERAMICA_INT_SERV_30x60cm_>=5m2	UFPE 16.4.6
CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_3 0x60cm_<5m2	UFPE 16.4.7
CERAMICA_INT_MEIA_PAREDE_SERV_3 0x60cm_>=5m2	UFPE 16.4.8

CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x5 cm_VÃO	87242
CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x5 cm_SEM_VÃO	87243
CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x1 0cm_VÃO	UFPE 16.4.9
CERAMICA_PORCELANA_EXT_SERV_5x1 0cm_SEM_VÃO	UFPE 16.4.10
CERAMICA_PORCELANATO_INT_SERV_ 30x60cm_<5m2	UFPE 16.4.1
CERAMICA_PORCELANATO_INT_SERV_ 30x60cm_>=5m2	UFPE 16.4.2
CERAMICA_PORCELANATO_INT_MEIA_ PAREDE_SERV_30x60cm_<5m2	UFPE 16.4.3
CERAMICA_PORCELANATO_INT_MEIA_ PAREDE_SERV_30x60cm_>=5m2	UFPE 16.4.4
CERAMICA_PORCELANA_INT_SERV_5x1 0cm_<5m2	UFPE 16.4.11
CERAMICA_PORCELANA_INT_SERV_5x1 0cm_>=5m2	UFPE 16.4.12
CERAMICA_PORCELANA_INT_MEIA_PA REDE_SERV_5x10cm_<5m2	UFPE 16.4.13
CERAMICA_PORCELANA_INT_MEIA_PA REDE_SERV_5x10cm_>=5m2	UFPE 16.4.14
MASSA_UNICA_INT_SERV_10mm	87547
MASSA_UNICA_INT_SERV_20mm	87529
MASSA_UNICA_EXT_SERV_25mm_VÃO	87775
MASSA_UNICA_EXT_SERV_35mm_VÃO	87779
MASSA_UNICA_EXT_SERV_45mm_VÃO	87784
MASSA_UNICA_EXT_SERV_50mm_VÃO	87788
MASSA_UNICA_EXT_SERV_25mm_SEM_V ÃO	87792
MASSA_UNICA_EXT_SERV_35mm_SEM_V ÃO	87797
MASSA_UNICA_EXT_SERV_45mm_SEM_V ÃO	87801
MASSA_UNICA_EXT_SERV_50mm_SEM_V ÃO	87805
SELADOR_ACRILICO_INT_SERV	88485
SELADOR_PVA_INT_SERV	88483
SELADOR_ACRILICO_EXT_TERREO_SER V	88415
SELADOR_ACRILICO_EXT_MULTPAV_SE RV_VÃO	88411
SELADOR_ACRILICO_EXT_MULTPAV_SE RV_SEM_VÃO	88412
MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_UMA_DE MAO_SERV	88495
MASSA_CORRIDA_LATEX_INT_DUAS_D EMAOS_SERV	88497

MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_DEMAO_TERREO_SERV	96130
MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_DEMAOS_TERREO_SERV	96135
MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_DEMAO_MULTPAV_SERV_VÃO	96126
MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_DEMAOS_MULTPAV_SERV_VÃO	96131
MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_UMA_DEMAO_MULTPAV_SERV_SEM_VÃO	96127
MASSA_CORRIDA_ACRILICA_EXT_DUAS_DEMAOS_MULTPAV_SERV_VÃO	96132
PINTURA_PVA_INT_SERV	88487
PINTURA_ACRILICA_INT_SERV	88489
PINTURA_ACRILICA_EXT_TERREO_SERV	95626
PINTURA_ACRILICA_EXT_MULTPAV_SERV_VÃO	95622
PINTURA_ACRILICA_EXT_MULTPAV_SERV_SEM_VÃO	95623
TEXTURA_ACRILICA_INT_SERV	95305
TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_TERREO_SERV	88423
TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_TERREO_SERV	88431
TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_MULTPAV_SERV_VÃO	88416
TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_MULTPAV_SERV_VÃO	88424
TEXTURA_ACRILICA_EXT_UMA_COR_MULTPAV_SERV_SEM_VÃO	88417
TEXTURA_ACRILICA_EXT_DUAS_CORES_MULTPAV_SERV_SEM_VÃO	88426
JA_0.9x02.15m_A	CUSTOM 1
PM1_1x2.1m_A	CUSTOM 2



## ÂPENDICE C – Planilha ComposiçãoXCusto

**Tabela 10** – Planilha associando os códigos de cada composição com os seus preços unitários.

CÓDIGO COMPOSIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO
87519	R\$ 60,17
87511	R\$ 72,11
87503	R\$ 55,34
87495	R\$ 64,45
87465	R\$ 53,14
87459	R\$ 59,91
87453	R\$ 50,09
87447	R\$ 53,55
87467	R\$ 83,52
87461	R\$ 69,86
87455	R\$ 65,29
87449	R\$ 69,74
UFPE 6.4.1	R\$ 1,00
96359	R\$ 60,00
96358	R\$ 44,64
96369	R\$ 151,41
96368	R\$ 129,99
2415	R\$ 86,85
2413	R\$ 103,14
2411	R\$ 100,42
COT 6.3.1	R\$ 1,00
COT 6.3.2	R\$ 1,00

COT 6.3.3	R\$ 1,00
COT 6.3.4	R\$ 1,00
COT 6.3.5	R\$ 1,00
COT 6.3.6	R\$ 1,00
UFPE 6.3.1	R\$ 1,00
93202	R\$ 18,46
96372	R\$ 26,14
97633	R\$ 15,96
UFPE 1.2.1	R\$ 1,00
87879	R\$ 3,32
87905	R\$ 6,62
87894	R\$ 5,11
87545	R\$ 20,88
87527	R\$ 31,38
87549	R\$ 17,35
87531	R\$ 29,34
87553	R\$ 14,75
87535	R\$ 25,24
87775	R\$ 42,56
87779	R\$ 50,22
87784	R\$ 57,91
87788	R\$ 73,29
87792	R\$ 29,28
87797	R\$ 36,62
87801	R\$ 43,95
87805	R\$ 50,28
87272	R\$ 64,39
87273	R\$ 55,85

87274	R\$ 65,73
87275	R\$ 62,84
UFPE 16.4.5	R\$ 1,00
UFPE 16.4.6	R\$ 1,00
UFPE 16.4.7	R\$ 1,00
UFPE 16.4.8	R\$ 1,00
87242	R\$ 228,41
87243	R\$ 210,56
UFPE 16.4.9	R\$ 1,00
UFPE 16.4.10	R\$ 1,00
UFPE 16.4.1	R\$ 1,00
UFPE 16.4.2	R\$ 1,00
UFPE 16.4.3	R\$ 1,00
UFPE 16.4.4	R\$ 1,00
UFPE 16.4.11	R\$ 1,00
UFPE 16.4.12	R\$ 1,00
UFPE 16.4.13	R\$ 1,00
UFPE 16.4.14	R\$ 1,00
87547	R\$ 18,29
87529	R\$ 29,34
87775	R\$ 42,56
87779	R\$ 50,22
87784	R\$ 57,91
87788	R\$ 73,29
87792	R\$ 29,28
87797	R\$ 36,66
87801	R\$ 43,95
87805	R\$ 50,28

88485	R\$ 2,05
88483	R\$ 25,24
88415	R\$ 2,34
88411	R\$ 2,17
88412	R\$ 1,66
88495	R\$ 7,60
88497	R\$ 10,42
96130	R\$ 13,49
96135	R\$ 18,54
96126	R\$ 12,51
96131	R\$ 17,22
96127	R\$ 9,40
96132	R\$ 13,07
88487	R\$ 10,21
88489	R\$ 11,62
95626	R\$ 12,15
95622	R\$ 11,33
95623	R\$ 8,86
95305	R\$ 12,09
88423	R\$ 16,69
88431	R\$ 19,62
88416	R\$ 16,12
88424	R\$ 18,63
88417	R\$ 14,30
88426	R\$ 15,47
CUSTOM 1	R\$ 95,00
CUSTOM 2	R\$ 200,00