



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Extração de quantitativos utilizando uma ferramenta BIM

**Aluno:** Rafael Giacomini Rodrigues

**Matrícula:** 11421ECV056

**Professor Orientador:** Dogmar Antônio de Souza Júnior

**Uberlândia, 10 de Junho de 2019.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e todas as bênçãos que me foram concedidas para que esse momento fosse possível.

Agradeço à toda minha família, por todo o apoio e torcida, em especial a minha avó Vanda que me acolheu com todo o carinho e dedicação em sua casa durante esses cinco anos de graduação e à minha mãe Márcia por sempre acreditar em mim e por me apoiar por toda minha vida.

À minha namorada Rafaela pela ajuda nos estudos, paciência, compreensão e amor durante toda a graduação e principalmente nessa reta final, tão corrida.

Ao meu orientador Dogmar Antônio de Souza pelo incentivo, apoio e todo conhecimento transmitido durante o desenvolvimento deste trabalho e principalmente ao longo da graduação.

Aos amigos, cada um de vocês teve sua importância nestes anos vividos na Universidade. Em especial ao Gustavo, Lucas e Luiz pela companhia nos estudos e por permitirem que eu compartilhasse minhas alegrias e angústias, por todo o apoio nos momentos bons e difíceis. Obrigado por tornarem esta etapa mais leve.

Por fim, aos professores e toda equipe da UFU, por contribuírem com minha formação acadêmica.

Encerro esse ciclo com sentimento de missão cumprida e plenamente realizado.

Obrigado a todos que contribuíram para realização deste sonho, essa conquista é de todos vocês!

## Resumo

Com o permanente avanço da tecnologia na construção e a constante busca pela racionalização, aumento de produtividade e otimização do tempo, a demanda por ferramentas que possibilitem essas melhorias é constante em meio a empresas e profissionais que buscam destaque no mercado. Diante desse cenário competitivo, o BIM se demonstra ser uma ferramenta essencial para alcançar o sucesso na construção. Além de otimizar os projetos, a metodologia permite maior transparência do processo como um todo, o que, entre outros fatores, chamou a atenção do Governo brasileiro que vem tomando, a cada dia, mais medidas de incentivo a essa tecnologia. O presente trabalho possui como objetivo geral elaborar um manual para elaboração de projetos utilizando a plataforma BIM com parâmetros suficientes para extração dos quantitativos necessários para confeccionar o orçamento da obra. Para a construção do manual escolheu-se uma obra de pequeno porte e utilizou-se para a modelagem o *software* Revit. Vale ressaltar que a obra já possuía os projetos em CAD 2D e foram modelados em BIM os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico. Dessa maneira, é apresentado um estudo geral que contempla toda a fase de projeto, desde a modelagem das diferentes disciplinas até a obtenção dos quantitativos, possibilitando ampla visão dos processos e a difusão do conhecimento acumulado. Deste trabalho pode-se concluir que a modelagem utilizando a plataforma BIM exige esforço elevado, porém facilitou a significativamente a extração dos quantitativos. Além disto, modelar os projetos em BIM apresenta outras vantagens, tais como: facilidade e precisão na compatibilidade dos projetos e visualização dos projetos em 3D no escritório e em obra.

Palavras-chave: BIM. Orçamento. 5D. Quantitativos. Manual de BIM, Revit.

## **Abstract**

Due to the constant advance of the technology in civil construction and the constant search for rationalization, productivity sharpening and time optimizing, the demand for tools that enable those improvements is common among companies and professionals who seek market prominence. Given this competitive scenario, BIM proves to be an essential tool to achieve success in construction. In addition to optimizing projects, the methodology allows greater transparency of the process, which among other factors has caught the attention of the Brazilian Government, which has been taking more and more investments into this technology. The present work has as general objective to elaborate a manual for elaboration of projects using the platform BIM with enough parameters for extraction of the quantitative necessary to make the budget of the work. For the construction of the manual, a small construction was chosen and Revit software was used for the modeling. It is worth mentioning that the work already possessed the projects in 2D CAD and were modeled in BIM, the architectural, structural, hydrosanitary and electrical projects. In this way, a general study is presented that contemplates the whole project phase, from the modeling of the different disciplines till the budgeting, allowing a broad view of the process and the dissemination of accumulated knowledge. Finally, it was analyzed the method of budgeting adapted and it was concluded that the procedure required a high effort in the modeling stage, but it facilitated the compatibilization and 3D visualization of the projects and the extraction of the quantitative ones.

Keywords: BIM. Budget. 5D. Quantitative. Guide of BIM, Revit.

## Lista de Figuras

Figura 1 - BIM BR Roadmap .....	33
Figura 2 - Configuração de unidades .....	37
Figura 3 – Criar Níveis .....	38
Figura 4 – Nível do piso .....	38
Figura 5 – Desenho do piso .....	39
Figura 6 – Criar um novo elemento.....	39
Figura 7 – Edição de um novo elemento .....	40
Figura 8 – Criar um novo material .....	41
Figura 9 – Substituir um recurso .....	41
Figura 10 – Escolher um novo recurso.....	42
Figura 11 - Traçado do piso.....	42
Figura 12 – Camadas do muro.....	43
Figura 13 – Restrições de base e topo .....	43
Figura 14 – Paredes construídas .....	44
Figura 15 – Camadas do piso .....	44
Figura 16 – Pisos criados.....	45
Figura 17 – Camadas paredes secas .....	46
Figura 18 – Camadas paredes molhadas em ambos os lados .....	46
Figura 19 – Camadas paredes molhadas em um lado.....	47
Figura 20 – Criação de ambientes .....	47
Figura 21 – Ambientes separados.....	48
Figura 22 – Editar os identificadores de ambientes.....	48
Figura 23 – Inserir esquadrias .....	49
Figura 24 – Inserindo a porta do dormitório 2.....	49
Figura 25 – Carregar família .....	50
Figura 26 – Carregando componentes no projeto.....	50
Figura 27 – Propriedades da porta da área de serviço.....	51
Figura 28 – Propriedades janela .....	51
Figura 29 – Criar telhado por perímetro.....	52
Figura 30 – Propriedades do telhado .....	53
Figura 31 – Editando a inclinação do telhado .....	53
Figura 32 – Projeto arquitetônico vista 1.....	54

Figura 33 – Projeto arquitetônico vista 2.....	54
Figura 34 – Iniciar um novo projeto.....	55
Figura 35 – Vinculo do Revit.....	55
Figura 36 – Selecionando o modelo arquitetônico.....	56
Figura 37– Selecionar elevação.....	56
Figura 38 – Copiar e monitorar.....	57
Figura 39 – Selecionar o projeto.....	57
Figura 40 – Copiar múltiplos.....	58
Figura 41- Concluir vinculação.....	58
Figura 42 – Plantas de piso.....	59
Figura 43 – Selecionar plantas de piso.....	59
Figura 44 – Criar eixos.....	60
Figura 45 – Alterar visualização por disciplina.....	60
Figura 46 – Editar o pilar.....	61
Figura 47 – Inserindo os pilares.....	61
Figura 48 – Adicionar restrição de nível superior.....	62
Figura 49 – Configurações da armadura.....	62
Figura 50 – Inserir armaduras.....	63
Figura 51 – Definições de vergalhão.....	63
Figura 52 – Inserir armadura transversal.....	64
Figura 53 – Inserir armadura longitudinal.....	64
Figura 54 – Visualização do volume de armadura e concreto do pilar.....	65
Figura 55 – Pilares inseridos.....	65
Figura 56 – Inserir vigas no modelo.....	66
Figura 57 – Editar as características da viga.....	66
Figura 58 – Traçar o caminhamento das vigas.....	67
Figura 59 – Vigas inseridas.....	67
Figura 60 – Ferramenta de corte.....	68
Figura 61 – Cortes transversais à viga.....	68
Figura 62 – Ir para a vista de corte.....	69
Figura 63 – Armadura transversal da viga.....	69
Figura 64 – Armadura longitudinal da viga.....	70
Figura 65 – Excluindo os cortes auxiliares.....	70
Figura 66 – Piso estrutural (Laje).....	71

Figura 67 – Desenhar o perímetro da laje.....	71
Figura 68 – Armadura da laje.....	72
Figura 69 – Perímetro de armação.....	73
Figura 70 – Propriedades das armaduras da laje.....	73
Figura 71 – Armaduras da laje da sala/cozinha.....	74
Figura 72 – Projeto estrutural finalizado.....	74
Figura 73 – Template hidrossanitário.....	75
Figura 74 – Inserir vínculo do Revit.....	76
Figura 75 - Selecionar o projeto arquitetônico.....	76
Figura 76 – Navegador de projeto.....	77
Figura 77 - Selecionar vínculo.....	77
Figura 78 – Selecionar a maquete.....	78
Figura 79 – Copiar múltiplos.....	78
Figura 80 – Concluir vínculo.....	79
Figura 81 – Plantas de piso.....	79
Figura 82 – Criar novas vistas de piso.....	80
Figura 83 – Configuração de propriedades de vista.....	80
Figura 84 – Criar disciplinas.....	81
Figura 85 – Criar subdisciplina.....	81
Figura 86 – Selecionar planta de piso.....	82
Figura 87 – Duplicar vistas.....	82
Figura 88 – Exemplo de navegador de configuração do navegador de projeto.....	83
Figura 89 – Conexões hidráulicas.....	84
Figura 90 – Inserindo à caixa d’água.....	84
Figura 91 – Tubulação de entrada da caixa d’água.....	85
Figura 92 – Escolha da tubulação.....	85
Figura 93 – Desenho da tubulação.....	86
Figura 94 – Traçado da tubulação de entrada.....	86
Figura 95 – Inserir dispositivos.....	87
Figura 96 – Selecionar dispositivo.....	87
Figura 97 - Colocar elemento no plano de trabalho.....	88
Figura 98 – Inserção da pia do banheiro.....	88
Figura 99 – Equipamentos hidráulicos.....	89
Figura 100 – Tubulação de saída da caixa d’água.....	89

Figura 101 – Desenho do barrilete .....	90
Figura 102 – Criar tubulação de alimentação do vaso sanitário.....	90
Figura 103 – Tubulação de alimentação do vaso sanitário.....	91
Figura 104 – Inserir registros .....	91
Figura 105 – Registro geral do banheiro .....	92
Figura 106 – Registro do chuveiro .....	92
Figura 107 – Projeto de água fria completo .....	93
Figura 108 – Criar a tubulação de saída .....	93
Figura 109 – Selecionar tubo.....	94
Figura 110 – Inserir inclinação na tubulação de esgoto .....	94
Figura 111 – Conexão de hidráulica.....	95
Figura 112 – Inserir caixa sifonada .....	95
Figura 113 – Caixa de gordura .....	96
Figura 114 – Ligação das tubulações .....	97
Figura 115 – Caixa de inspeção.....	97
Figura 116 – Projeto de esgoto concluído .....	98
Figura 117 – Template elétrico.....	99
Figura 118 – Selecionando os dispositivos elétricos.....	99
Figura 119 – Escolha das tomadas .....	100
Figura 120 – Altura dos pontos elétricos.....	100
Figura 121 - Iluminação .....	101
Figura 122 – Representação gráfica das tomadas.....	101
Figura 123 – Planta elétrica e legenda.....	102
Figura 124 - Luminárias .....	103
Figura 125 – Locação das caixas octogonais.....	103
Figura 126 – Pontos de luz .....	104
Figura 127 – Desenhar conduíte.....	104
Figura 128 – Ligação com a tomada .....	105
Figura 129 – Ligações dos eletrodutos .....	105
Figura 130 – Quadro de distribuição .....	106
Figura 131 – Ligação dos circuitos.....	106
Figura 132 - Inserir cabos nos eletrodutos.....	107
Figura 133 – Criar tabelas .....	108
Figura 134 – Configurações iniciais da tabela.....	108



Figura 135 – Propriedades da tabela.....	109
Figura 136 – Novo levantamento de material .....	110
Figura 137 – Levantamento de materiais parâmetros.....	110
Figura 138 – Levantamento do material de parede .....	111
Figura 139 – Filtros .....	112
Figura 140 – Escolha dos filtros.....	112
Figura 141 – Aplicação do filtro.....	113
Figura 142 – Observar tabela e modelo.....	114
Figura 143 – Quantitativo de bloco cerâmico .....	115
Figura 144 – Quantidade de Chapisco + emboço.....	116
Figura 145 – Quantitativo de pintura branca acrílica .....	117
Figura 146 – Quantitativo de pintura cinza .....	117
Figura 147 – Levantamento cerâmica branca.....	118
Figura 148 – Quantitativo de concreto do piso.....	118
Figura 149 – Quantidade Piso de grama.....	118
Figura 150 – Quantitativo de piso cerâmico.....	119
Figura 151 – Quantitativo de janelas .....	119
Figura 152 – Quantidade de portas.....	119
Figura 153 – Quantitativo telhado .....	120
Figura 154 – Novo levantamento de material .....	120
Figura 155 – Categoria novo levantamento.....	121
Figura 156 – Campos tabelados: vigas .....	121
Figura 157 – Novo parâmetro calculado .....	122
Figura 158 – Criar parâmetro de fôrma .....	123
Figura 159 – Volume de concreto e área de fôrma das vigas.....	124
Figura 160 – Volume de concreto e área de fôrma dos pilares .....	125
Figura 161 – Campos tabelados laje.....	126
Figura 162 – Parâmetro fôrmas da laje.....	126
Figura 163 – Volume de concreto e área de fôrmas de lajes.....	127
Figura 164 – Nova tabela de quantidades.....	127
Figura 165 – Categoria vergalhão estrutural .....	128
Figura 166 – Campos tabelados vergalhões .....	128
Figura 167 – Parâmetros para campo de quantidade de aço.....	129
Figura 168 – Quantidade de aço .....	130

Figura 169 – Campos tabelados tubulação .....	131
Figura 170 – Lista de tubos .....	131
Figura 171 – Campos da tabela de conexões.....	132
Figura 172 – Lista das conexões .....	132
Figura 173 – Campos tabelados para equipamentos e peças hidrossanitárias.....	133
Figura 174 – Lista de equipamentos e peças sanitárias .....	133
Figura 175 – Acessórios de tubulação, parâmetros .....	134
Figura 176 – Quantitativos dos acessórios da tubulação.....	134
Figura 177 – Campos tabelados eletrodutos.....	135
Figura 178 – Quantitativos de eletrodutos.....	135
Figura 179 – Parâmetros tabela de componentes elétricos.....	136
Figura 180 - Lista de acessórios elétricos.....	137

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Comparativo Autores e Dimensões.....	26
Tabela 2 – Lista de atividades (continua).....	34
Tabela 3 - Lista de materiais para o orçamento (continua) .....	137

## Sumário

1. Introdução.....	13
1.1 Objetivo .....	14
1.2 Estrutura do trabalho.....	15
2. Revisão Bibliográfica .....	15
2.1 História.....	15
2.2 O conceito BIM .....	17
2.3 Vantagens de utilizar o BIM.....	21
2.4 Níveis e dimensões .....	24
2.5 A dimensão 5D .....	27
2.6 Estratégia BIM BR.....	30
3. Metodologia.....	33
4. Manual .....	36
4.1 Projeto Arquitetônico.....	36
4.2 Projeto Estrutural .....	55
4.3 Projeto Hidrossanitário .....	75
4.3.1 Projeto de água fria .....	83
4.3.2 Projeto de esgoto .....	93
4.4 Projeto Elétrico .....	98
4.5 Levantamento de quantitativos .....	107
4.5.1 Quantitativos do projeto arquitetônico.....	107
4.5.2 Quantitativos do projeto estrutural.....	120
4.5.3 Quantitativos do projeto hidrossanitário .....	130
4.5.4 Levantamento quantitativos elétricos.....	134
4.6 Apresentação dos quantitativos .....	137
5. Considerações finais.....	139
6. Referências .....	141
Anexos.....	145
Anexo A.....	145
Anexo B .....	147
Anexo C .....	149
Anexo D.....	151
Anexo E .....	153

Anexo F.....	155
Anexo G.....	157

## 1. Introdução

A construção civil é um processo dinâmico que está em constante aperfeiçoamento. A busca por precisão e racionalização dos processos, na construção civil, são objetivos cada vez mais desejados no mercado. Na conjuntura atual, novas ferramentas na área de engenharia surgem constantemente e, uma das mais relevantes na atualidade é o “*Building Information Modeling*” (BIM), ou em português, Modelagem da Informação da Construção.

O BIM, mais do que uma plataforma, é um conceito, o qual busca otimizar a gestão de projetos substituindo o uso de plantas e projetos em 2D, por um sistema direto de maquetes virtuais em 3D. Outro ponto fundamental do conceito BIM é a colaboração multidisciplinar que esse método fornece, pois há uma total compatibilização de projetos que permite que todas as informações de uma obra estejam consolidadas e integradas em uma mesma plataforma.

Vários profissionais podem trabalhar ao mesmo tempo em um programa computacional que utilize o conceito BIM, engenheiros, arquitetos, planejadores e responsáveis pela compra de materiais, podem trabalhar no mesmo projeto, utilizar o mesmo arquivo, adicionar dados que competem à sua especialidade, visualizar as atualizações no modelo em tempo real, um dos grandes diferenciais dessa plataforma. Assim, o BIM desde a década de setenta é um dos esforços para tratar erros e omissões nos documentos, evitar custos inesperados e atrasos na data de entrega (EASTMAN, 2014).

Com a aplicação da tecnologia BIM, esse modelo 3D deixa de ser apenas um objeto e passa a carregar consigo, com a adição das informações que o método permite, uma série de parâmetros, como por exemplo: marca do material a ser utilizado, custo e outras especificações relevantes ao projeto. Ou seja, cada objeto modelado passa a conter parâmetros e informações que agregam ao trabalho de outros profissionais, além dos projetistas, como os orçamentistas e compradores, que podem acessar as várias informações simultaneamente.

O Governo Federal, lançou no dia 16 de maio de 2018, seu plano de estratégia para promover a inovação na indústria da construção. A Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País, tornando a abordagem deste tema de essencial relevância, nos próximos anos, para os profissionais da área de construção civil. Grandes contratantes de obras de infraestrutura como Petrobras, Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (Cedurp) e, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), já começaram a exigir a utilização de plataforma BIM em suas licitações públicas.

O uso do BIM associado ao orçamento de obras consolida-se cada vez mais no Brasil, onde sua utilização, na maioria das vezes, ocorre por meio da extração de quantitativos de obra. Esta extração isoladamente, já é um avanço considerável em relação ao método tradicional, principalmente, por aumentar a precisão das quantidades retiradas diretamente do modelo, como também, pela possibilidade de melhor intercâmbio de informações, simulação do planejamento, entre outros aspectos (EASTMAN *et al.*, 2014).

Por meio de *softwares* como o *Revit®* ou o *ArchiCad®*, pode-se identificar os tipos e quantidades dos elementos construtivos que estão sendo utilizados. Além disso, com a compatibilização de projetos, as quantidades serão mais coerentes com a realidade em comparação com projetos iniciais em 2D.

O BIM pode ser classificado em níveis de maturidade, em que os níveis iniciais apresentam as disciplinas tratadas de maneira isolada e a documentação é composta majoritariamente por desenhos 2D. O intermediário insere os contextos de interoperabilidade e possibilita abordagem colaborativa entre os diferentes profissionais, enquanto no nível superior, a filosofia BIM é completamente aplicada e o produto final inclui, além da documentação 2D, propriedades dos objetos, princípios de construção, entre outros (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

O BIM também pode ser classificado quanto a suas dimensões, cada dimensão está atrelada a um nicho de informações parametrizadas, por exemplo: tempo, custo e modo de execução. Essa classificação pode variar para os diferentes autores que abordam o tema, de acordo com Ramos *et al.* (2016), pode-se dividir a modelagem em seis dimensões.

Entender os diferentes níveis e dimensões da plataforma, é fundamental para escolha das informações e detalhes que devem ser inseridos no modelo para cada finalidade. Diante da relevância dessa ferramenta, este estudo abordará a utilização da plataforma BIM na elaboração de orçamentos, por meio da extração de quantitativos do modelo desenvolvido.

## **1.1 Objetivo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver um manual para auxiliar na elaboração de orçamentos por meio da extração automática de quantitativos dentro da plataforma BIM, utilizando-se de um estudo de caso para melhor compreensão e tendo em vista a crescente necessidade de estudo e divulgação dos avanços tecnológicos que esta plataforma proporciona.

## 1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em capítulos de forma a facilitar sua compreensão. No Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica sobre contexto histórico, conceitos, vantagens do uso da ferramenta, classificação em níveis e dimensões e uma descrição detalhada da dimensão 5D.

No Capítulo 3 é exposta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho. O Capítulo 4 apresenta o manual que contém os procedimentos necessários para elaboração dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, além da explicação para extração de quantitativos dos modelos.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, que explica as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do presente trabalho, análise dos resultados da utilização do *software* e demais considerações pertinentes a esse.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 História

Segundo o PMI (2017), a realização de um projeto pode ser dividida em cinco fases: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e, encerramento. Entre o planejar e o executar existe um elemento oculto, vital para o sucesso de um projeto, a transmissão da informação. Historicamente, os engenheiros e arquitetos valem-se das mais diversas ferramentas para auxiliar na transmissão de informações do projeto para a execução. Várias formas de simulação foram utilizadas ao longo da história, por exemplo, no período da Renascença no século XV eram executados modelos de projetos de madeira em menor escala, assim como os diagramas, desenhos e especificações que foram utilizados por centenas de anos como instruções para a construção, com destaque para o desenho técnico, no século XX. O desenho técnico torna-se assim, o elemento de expressão e comunicação, ou de ligação, entre a concepção e a execução (SILVA, 2001). A informação contida nestes exemplos é, no entanto, muito limitada e fragmentada, desconectada de outras partes da informação (KYMMEL, 2008).

Em 1974, um grupo liderado por Charles Eastman, do Instituto de Planejamento Físico da Universidade Carnegie-Mellon, publicou um trabalho de pesquisa delineando a fragilidade dos desenhos de papel arquitetônico. Segundo ele, os desenhos de projeto são redundantes,



normalmente, são necessários dois ou mais desenhos para fornecer uma imagem tridimensional; uma alteração em um desenho geralmente exige mudança em outros desenhos, adiciona custos de mão-de-obra ao processo de projetar e, por fim, quando concluíam-se o projeto, se fazia necessário outro conjunto de desenhos. Charles e sua equipe desenvolveram então o conceito BDS “*Building Description System*” – Sistema de Descrição da construção, que foi criado para mostrar que um computador poderia realizar de maneira igual ou mais eficiente todos os pontos fortes de desenhos para auxiliar na elaboração do projeto, construção e operação (EASTMAN *et al.*, 1975).

De acordo com Jerry Laiserin (EASTMAN *et al.*, 2008), o BDS é o mais antigo exemplo do conceito que hoje se conhece como BIM (“*Building Information Modeling*” - Modelagem da Informação da Construção), foi publicado no extinto jornal AIA, pelo norte-americano Charles M. “Chunk” Eastman, onde incluiu noções de BIM, atualmente bem experimentadas e difundidas, como por exemplo, a derivação de seções, planos, isométricos ou perspectivas com base em elementos previamente modelados, a correlação entre as alterações, realizadas automaticamente em todos os desenhos derivados, além da capacidade de fazer análise quantitativa direta, estimativas de custo, alimentação de um banco integrado de dados, e checagem de documentação automatizada na prefeitura ou no escritório (EASTMAN *et al.*, 2008).

Assim, os conceitos, abordagens e metodologias que hoje são identificados como pertencentes ao BIM, podem ser datados há cerca de 40 anos. A terminologia “*Building Information Modeling*”, está em circulação há, pelo menos, 25 anos (MENEZES, 2011).

Com o desenvolvimento da computação gráfica, a “régua T” e o esquadro, rapidamente foram substituídos pelos programas comerciais de Desenho 2D Assistido por Computador - CAD. No ano de 1982 foi criado pela Autodesk, Inc. o *software AutoCAD*, que revolucionou a maneira de representar um projeto, trouxe muito mais agilidade, e transformou o processo em algo mais industrial.

Na busca por uma maneira melhor de fazer o trabalho, Eastman e seus associados embarcaram em um projeto de construção, gerado por computador, para englobar eletronicamente componentes geométricos de construção espaciais. A primeira utilização documentada do termo “*Building Modeling*”, em inglês, com o sentido de “*Building Information Modeling*”, como é usado hoje em dia, surgiu no título de um artigo datado de 1986, de autoria de Robert Aish, que posteriormente fez parte da *Bentleys Systems* (EASTMAN *et al.*, 2008).

Apenas em 1992, o termo “*Building Information Modeling*” (*BIM*), em português, Modelagem da Informação da Construção, apareceu pela primeira vez em um artigo em inglês escrito por G. A. Van Nederveen e Frits P. Tolman. O artigo abriu espaço para o BIM, ao abordar as diferentes visões de modelagem de informações da construção, resultou em uma mudança de paradigmas, cada informação deixaria de ser tratada como um aspecto independente, e se aplicaria o conceito de tratamento integrado de informações (PENTTILÄ, 2006). Estava aberto o caminho para a utilização do conceito de um sistema computacional coeso, que permitisse o gerenciamento e controle dos diferentes processos e informações do processo construtivo (PENTTILÄ, 2006).

Internacionalmente, o BIM é amplamente utilizado, entretanto, no Brasil, a realidade é muito diferente, pois o número de empresas que utilizam essa tecnologia é extremamente inferior a países como Estados Unidos e países europeus (RUSCHEL, 2013). Isso ocorre também nas universidades brasileiras, onde essa tecnologia não é suficientemente ensinada, o que resulta em poucos profissionais brasileiros capacitados para o aproveitamento pleno dos benefícios oferecidos, como mostra estudo sobre o ensino do BIM no Brasil (RUSCHEL, 2013).

Porwal e Hewage (2013) destacam que, para melhor difusão do conceito no Brasil, seria muito importante o incentivo do setor público. Porém, poucas iniciativas isoladas foram tomadas na última década em direção a essa difusão.

Nesse sentido, o Governo Federal lançou em 16 de maio de 2018, o plano de estratégia para promover a inovação na indústria da construção, com isso, a Estratégia BIM BR foi instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, cuja finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País, o que torna a abordagem deste tema de essencial relevância para profissionais da área de construção civil nos próximos anos.

## **2.2 O conceito BIM**

Em 2002 a Autodesk apresentou o *software Revit®*, depois da aquisição do programa de uma “*start-up*” (empresa iniciante). É uma plataforma totalmente diferente do *AutoCad*, tanto pela diferença entre código base, quanto pela estrutura de dados. No fim de 1980, grandes empresas focadas na concepção de infraestruturas complexas e empreendimentos, criaram os modelos 4D, os quais reduzem os retardos gerados na programação que acarreta impacto negativo nos custos. A plataforma BIM possibilita que os elaboradores possam revisar, criar e modificar, de forma mais ágil com o 4D, o que gera a realização de cronogramas mais eficazes e confiáveis (EASTMAN *et al.*, 2014).

O BIM é uma ferramenta que busca otimizar a gestão de projetos substituindo o uso de plantas e projetos em 2D, por um sistema direto de maquetes virtuais. Atualmente, a metodologia apresenta 5 dimensões (3D, 4D, 5D, 6D e 7D) que são parte de sua essência, descrevem o alcance das diferentes fases e nas quais o BIM é aplicável para a gestão do ciclo de vida de um projeto. O ponto fundamental do conceito é a colaboração multidisciplinar que esse método fornece, com total compatibilização de projetos que permite que todas as informações de uma obra estejam consolidadas e integradas em uma mesma plataforma.

Catelani (2016) conceitua a modelagem da informação da construção (BIM) como a totalidade da soma dos processos, políticas e tecnologias, que geram uma metodologia utilizando plataformas digitais, baseadas em maquetes virtuais, para o processo de projetar uma edificação, fazer um estudo prévio de seu desempenho, e gerenciar os dados e informações no decorrer do ciclo de vida de um projeto.

O objetivo da utilização do BIM é desenvolver primeiro uma estrutura virtual, proporcionando maior comodidade e segurança na hora de executar o projeto físico. Com esse sistema, o responsável pelo projeto pode avaliar e pesquisar o modelo virtual ao qual o preço para modificação é inferior ao realizado no decorrer da obra (HARDIN, 2015).

Eastman *et al.* (2014) definem BIM como um dos avanços mais promissores ligados à construção, engenharia e arquitetura, pois contém em uma mesma plataforma, todas as informações de disposição espacial, geometria, materiais, fornecedores, quantitativos, necessários para a realização do projeto.

O BIM é uma inovadora metodologia para solucionar os desafios da gestão de projetos, pois a partir da gestão do modelo virtual é possível realizar análise detalhada de todo o projeto real, possibilitando tomadas de decisões mais rápidas e melhor documentação para o ciclo de vida de uma edificação (GALZAPOOR, 2010).

O conceito também busca integrar os recursos humanos e tecnológicos para otimizar a comunicação, colaboração e coordenação dentro de um projeto, pois atua como um lugar de trabalho em comum para todos os envolvidos em todo o ciclo de vida do projeto (NIELSEN, 2010).

Em muitos casos, a abordagem de projetos em 3D por arquitetos e engenheiros, não elimina a necessidade de documentação 2D para licenças e comunicação com outros membros da equipe do projeto, mas é o começo de uma nova abordagem, onde os projetos podem ser concebidos no espaço, e os detalhes podem ser desenvolvidos para aumentar os níveis de complexidade, coordenada à medida que o projeto evolui. Isso cria enorme potencial para

visualizar e comunicar informações. Também permite *feedback* muito mais rápido e preciso de qualquer pessoa relacionada ao projeto que possa entender os modelos 3D (KYMMELL, 2008).

A grande diferença entre um *software* BIM e um de modelagem em 3D, é a capacidade do primeiro de gerar objetos paramétricos que podem ser editados e alterados automaticamente. Sem essa característica o *software* é apenas mais um modelador de objetos tridimensionais (ROSSO, 2011). A legenda do desenho por sua vez é gerada a partir das propriedades inseridas, como por exemplo fabricantes, tipo de revestimento, suas dimensões, entre outras atribuições (FARIA, 2007).

Segundo a *American General Contractors – AGC (2005)*, BIM é um sistema computacional que permite o desenvolvimento de maquetes eletrônicas, as quais permitem visualizar como será a construção e operação dessa. *Building Information Model* é uma rede abundante em dados e visa a integração desses entre seus usuários, permitindo-os incorporar, analisar e gerar novas informações de acordo com suas necessidades, possibilitando tomar decisões e agilizar a entrega da construção.

A tecnologia busca, não só criar um modelo virtual, mas um modelo inteligente, que contém informações físicas, como tamanho, localização em relação a outros objetos no modelo e outras informações paramétricas, como a capacidade de distinguir um componente em particular de outro que é similar, como por exemplo, pela composição do material ou fornecedor.

A vinculação referente a interconexão de diferentes fontes de informação, é dado o nome de “*link*”, e trata-se de um conceito importante nesse tipo de ferramenta. Essas informações podem fazer parte do modelo 3D ou estar contidas em outro formato separado, mas dentro do próprio arquivo de modelo, como em um agendamento de atividades, planilha, ou documento de texto.

A natureza do *link* é automática, uma alteração simples de objeto no modelo que reflete as alterações de informações necessárias. Willem Kymmell (2008), explica o funcionamento de alguns *link*'s:

“Entidades como comprimento de treliça, profundidades, padrão de teia e características de rolamento podem ser valores paramétricos para um objeto de treliça. Em um cronograma (lista de atividades) do modelo, também pode ser possível alterar os valores paramétricos para determinados elementos, e essa alteração também terá efeito no modelo ao qual o cronograma está vinculado, em outras palavras, o modelo e a programação são, na verdade, apenas duas visões diferentes do mesmo BIM e, portanto, só precisam ser endereçadas em qualquer uma dessas visualizações para resultar em uma edição no modelo de projeto” (KYMMELL, 2008).

O entendimento da parametrização dos objetos na tecnologia BIM é essencial para distingui-los de objetos 2D tradicionais. A modelagem paramétrica é definida por possibilitar associar regras a objetos, para definir sua geometria, assim como propriedades e características não geométricas. Os parâmetros e as regras possibilitam que os objetos sejam atualizados automaticamente, conforme ocorram mudanças de contexto, ou alterações no projeto por parte do usuário (BESEN, 2017).

A Aliança Internacional para Interoperabilidade – IAI criou um formato de arquivo padrão para os desenvolvedores de *software*, visando a possibilidade de intercâmbio de informações entre diferentes softwares, de desenvolvedores diversos, a esse formato foi dado o nome de Classe de Fundação Internacional - IFC. Isso significa que, para que um modelo possa ser compatível com modelos criados por outros, é necessário que todos sejam traduzíveis em um formato de arquivo uniforme, para que todas as informações do objeto possam ser transferidas corretamente.

Interoperabilidade é a capacidade de diferentes *softwares* trocarem, usarem e editarem informação entre si, por meio da utilização de um padrão que permita a conexão (MONTEIRO, 2010). Estes sistemas BIM foram criados por uma empresa que já dispõe de outros aplicativos para análise dos inúmeros métodos da edificação, com isso a comunicação das ferramentas BIM, é uma exigência primordial, com essas aplicações.

Segundo Andrade (2009), para se ter uma boa interoperabilidade é preciso criar uma padronização de processo internacional de troca de informações nos aplicativos e nos procedimentos do projeto. Atualmente o processo mais utilizado é o “*Industry Foundation Classes*” (IFC).

O objetivo é suportar a interoperabilidade entre aplicativos individuais específicos de disciplinas de projeto, construção e operação de edifícios, armazenar informações sobre todos os aspectos do edifício durante todo seu ciclo de vida (KHEMLANI, 2004). Um dos maiores desafios para a utilização do IFC é a perda de robustez na interface disponível nos aplicativos (ANDRADE, 2009).

Para melhor embasar a fase de projeto, é necessário fazer uso de ferramentas que possam servir de base para extração de informações antecipadamente, com isso é possível maior acurácia no projeto, com menores chances de erros e menos gastos por equívocos.

Cada vez mais, a plataforma BIM está sendo introduzida no setor da construção civil, principalmente, por possibilitar que os usuários compartilhem informações sobre um empreendimento, estabelecendo assim, confiança para aprovar decisões, agilizando os

processos decorrentes do projeto, fundamentado na plataforma digital, a qual possibilita que o indivíduo visualize os aspectos físicos da edificação (SANTOS *et al.*, 2014).

Os modelos chamados de 4D, onde a quarta dimensão da informação é o tempo, são modelos resultantes da combinação de objetos 3D com o planejamento da obra e são utilizados como base para o planejamento visual da construção, criando um novo nível de visualização e entendimento dos processos por parte dos envolvidos no empreendimento (KYMMEL, 2008).

A modelagem BIM 4D é uma nova ferramenta de auxílio a tomada de decisões mais assertivas na gestão de sistemas construtivos, pois, de acordo com Baccarini (1996), as características dos empreendimentos complexos demandam ações, métodos, técnicas e ferramentas apropriados para gerenciá-los com êxito.

O BIM desempenha função fundamental na aquisição de produtos com maior confiança nos projetos, pode acarretar o alcance de maior qualidade e compatibilização de projetos, além de melhores trocas de dados, com análises de quantitativos mais precisas, tem a possibilidade de simular o planejamento, entre outros pontos (EASTMAN *et al.*, 2014). Todos estes itens auxiliam para enriquecer a precisão da rede de informações, o que contribui para o dinamismo de decisões.

Segundo Witicovski (2011), o BIM não se define pelo emprego do atual *software*, mas por um novo motivo de negócio e de uma atualizada disposição de organização das empresas, que é disposta de aspecto inovador, no qual os usuários, em tempo real, trabalham juntos.

Hardin (2015), esclarece que BIM, não é apenas um programa, mas uma junção de um processo com um *software*. De acordo com o autor, para obter êxito no uso do BIM é preciso processo, comportamento e tecnologia. Inicialmente, é preciso compreender que para utilizar uma nova tecnologia é necessário adequar e modificar o antigo processo para que, assim, possa alcançar resultados eficazes. Sucessivamente, é preciso utilizar ferramenta BIM. Hardin fala que isso pode parecer evidente, porém é significativo ponderar se as ferramentas empregadas, de fato, causam impactos benéficos na empresa e na sua maneira de trabalho. Finalmente, é preciso que as equipes de gerenciamento de construção tenham uma mudança comportamental.

### **2.3 Vantagens de utilizar o BIM**

Um dos primeiros benefícios que se nota, está na capacidade de verificar se uma construção de determinado tamanho, e nível de qualidade, pode ser executada dentro de um dado orçamento e cronograma, e o desenvolvimento de um modelo esquemático possibilita análise sobre o cumprimento dos requisitos funcionais da construção. Avaliações de

alternativas de projeto feitas mais cedo reduzem gastos e incrementam a qualidade da construção como um todo (EASTMAN *et al.*, 2014).

Um dos principais benefícios da utilização de modelos BIM, está na extração de quantitativos para elaboração de orçamentos. Amiri (2012) concluiu em seu trabalho que, se o modelo for criado com precisão e com detalhes suficientes, o processo de levantamento de quantidades utilizando *softwares* baseados em modelos BIM é mais rápido e mais preciso, se comparado com softwares baseado em desenhos 2D.

Os projetistas foram os primeiros a reconhecer os benefícios do BIM, mas também é desejável que esta plataforma seja reconhecida em outras áreas, a partir da mudança no modo de trabalho. Esse sistema estabelece um novo modo de atividade no processo construtivo, com a interligação de informações. Estas interligações são feitas a partir de uma rede de dados divididas entre diferentes usuários, armazenando as informações no decorrer do sistema construtivo, gerando mudanças no atual modo de gerenciamento de informações na construção (MONTEIRO, 2011). Eastman *et al.* (2014) lista 13 benefícios da utilização da metodologia BIM no projeto:

- **Visualização mais precisa e antecipada de um projeto:** O modelo é projetado diretamente em 3D, ao invés de ser criado a partir de múltiplas vistas em 2D, esse processo minimiza erros e garante uma visualização correta do projeto em qualquer etapa do processo.
- **Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto:** As necessidades de o usuário gerenciar alterações no projeto são reduzidas, uma vez que a parametrização dos objetos proporciona as mudanças necessárias.
- **Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto:** Cortes e vistas podem ser extraídos automaticamente do modelo 3D, isso reduz substancialmente a quantidade de tempo e as chances de erros associados acontecerem.
- **Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto:** Permite uma aplicação da engenharia de valor antes da tomada das principais decisões, e facilita o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto.

- **Verificação facilitada das intenções de projeto:** O modelo 3D pode dar suporte a avaliações automáticas e as avaliações quantitativas são possíveis por meio dos quantitativos de materiais que o BIM proporciona.
- **Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto:** A capacidade de extrair uma lista precisa de quantitativos e de espaços, em qualquer etapa do projeto, permite uma estimativa de custos, a qualquer momento, e o nível de detalhamento é adaptável ao número de informações e ao nível de projeto.
- **Incrementação da eficiência energética e a sustentabilidade:** A vinculação do modelo a ferramentas de análise energética, a capacidade de vincular o modelo da construção a diferentes tipos de ferramentas de análise, proporciona várias melhorias de qualidade e desempenho da construção.
- **Sincronização de projeto e planejamento da construção:** Com a utilização do 4D é possível simular o processo de construção e mostrar a aparência da construção e do canteiro em qualquer ponto no tempo, proporciona uma melhor compreensão do processo de construção.
- **Descoberta de erros de projeto e omissões antes da construção:** Uma vez que todos os desenhos 2D são gerados automaticamente a partir do modelo 3D, os erros decorrentes de projetos 2D inconsistentes são eliminados. Além disso, a capacidade de inserção dos projetos das diferentes disciplinas juntos, permite uma detecção de interferências e omissões antecipada a fase de execução, minimiza custos e tempo.
- **Reação rápida a problemas de projeto ou de canteiro:** Algumas atualizações serão feitas automaticamente, com base nas regras paramétricas estabelecidas, as consequências de uma modificação podem ser refletidas com precisão no modelo e em todas as suas vistas subsequentes, e o caminho inverso também é possível.
- **Uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados:** Uma vez que os componentes já estão definidos em 3D, sua fabricação automática usando máquinas



de controle numérico é facilitada. Isso é possível quando é inserido um detalhamento ao nível de fabricação de objetos no modelo.

- **Melhor implementação e técnicas de construção enxuta:** Técnicas de construção enxuta precisam de uma organização precisa entre a construtora e os subempreiteiros, para garantir a concordância entre os recursos disponíveis e os trabalhos a serem realizados, minimizar desperdício de esforços e reduzir a necessidade de estocar materiais. Uma vez que o BIM fornece um modelo preciso de projeto e dos recursos necessários, permite uma otimização desses processos.
- **Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção:** O modelo completo da construção proporciona uma quantificação precisa dos materiais e objetos contidos em um projeto, essas quantidades podem ser usadas para adquirir materiais de fornecedores.

Ainda existem os benefícios pós obra, a utilização e fornecimento ao usuário do modelo da construção, com as informações paramétricas para a verificação do funcionamento apropriado dos sistemas em uso, e elaboração e execução de planos de manutenção. Um modelo de informações da construção pode suportar o monitoramento de sistemas de controle em tempo real e, proporcionar interface natural para sensores e operação remota de equipamentos.

## 2.4 Níveis e dimensões

De acordo com Mattos (2014), o BIM tem como conceito ser uma metodologia que contemple todas as informações para o gerenciamento do projeto, da execução e de todas as etapas da edificação. Contudo, o número de dimensões não é algo permanente e unânime, diferentes autores divergem entre a abrangência de cada uma delas, e até em seu número. Por exemplo, Mattos (2014) apresenta 6 dimensões para a modelagem em BIM enquanto que Smith (2014) apresenta também as dimensões 7D e 8D.

- **BIM 3D:** Fundamenta-se na consolidação dos projetos da obra em um mesmo ambiente virtual, em três dimensões aplicando todas as informações necessárias para caracterização e posicionamento espacial dos elementos com recursos “*clash detection*” – detecção de conflitos – que permite a análise de inconsistências e a compatibilização dos projetos (MATTOS, 2014).

- BIM 4D: Nesta dimensão as informações do modelo podem ser associadas ao cronograma da obra, o que possibilita ao gestor o rastreamento dos avanços físicos da construção, e a elaboração de um registro de evolução da obra (MATTOS, 2014).
- BIM 5D: Permite atrelar elementos do projeto as informações de custos e assim a aquisição de orçamentos precisos, extraídos diretamente do modelo e atualizáveis com facilidade (MATTOS, 2014).
- BIM 6D: Esta dimensão constitui a *facilities management* - gerenciamento do ciclo de vida da edificação, e relaciona o controle de garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores, custos de operação, entre outros (MATTOS, 2014).
- BIM 7D: Incorpora componentes de sustentabilidade ao conceito de BIM que permitem aos projetistas atender elementos específicos do projeto, comparar conformidades, certificações e validar as diferentes opções de estimativas de energia (SMITH, 2014).
- BIM 8D: Adiciona a dimensão “segurança” ao modelo, por meio de indicadores de riscos, prevendo os processos construtivo e operacional (SMITH, 2014).

Na Tabela 1 mostra-se a diferença de classificação por Smith (2014) e Mattos (2014). Eastman *et al.* (2008), no entanto ressalta que a capacidade multidimensional do BIM como modelo pode alcançar um número infinito de dimensões.

Tabela 1 - Comparativo Autores e Dimensões

Descrição	Mattos (2014)	Smith (2014)
Objetos e modelos	3D	3D
Tempo	4D	4D
Custo	5D	5D
Gerenciamento do ciclo de vida (Operação)	6D	6D
Sustentabilidade	-	7D
Segurança	-	8D

Fonte: Próprio autor, 2019.

Dependendo da maturidade do modelo criado em BIM, o mesmo pode ser classificado em três níveis. São eles:

- BIM “*Level*” 1: Referente à transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Nessa fase, as disciplinas ainda são tratadas separadamente e a documentação final ainda é composta, majoritariamente, por desenhos 2D (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).
- BIM “*Level*” 2: Existe um progresso da modelagem 3d para a colaboração e interoperabilidade. Tal nível requer compartilhamento integrado de dados entre as partes envolvidas com a finalidade de suprir a abordagem colaborativa (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).
- BIM “*Level*” 3: O estágio 3 já passa da colaboração para a integração, refletindo a filosofia real BIM. Nesse nível de maturidade os envolvidos no projeto interagem em tempo real, permitindo análises complexas nas fases iniciais de projeto. O produto final inclui, além da documentação 2D, propriedades semânticas de objetos, princípios de construção enxuta, políticas sustentáveis, etc. (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

Em 2008 o “*American Institute of Architects*” (AIA) desenvolveu o “*level of development*” (LOD, em português nível de desenvolvimento), parâmetro sugerido pelo *American Institute of Architects* (AIA) no documento “*Project Building Information Modeling Protocol Form*” (2013), que se conceitua como a definição dos requisitos mínimos ao nível

dimensional, espacial, quantitativo, qualitativo, entre outros, que o elemento modelado deve incluir para que os usos relativos a esse mesmo nível sejam autorizados. O LOD de acordo com o AIA, conta com duas frentes de trabalho, a geometria dos elementos ou nível de detalhamento, e as informações associadas aos elementos, também pode ser dividido em 5 tipos, os quais apresentam caráter cumulativo.

- LOD 100 – Modelo Conceitual: O elemento pode ser graficamente representado no modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requerimentos para o LOD 200.
- LOD 200 – Modelo de geometria aproximada: O elemento é graficamente representado dentro do modelo como um sistema genérico, objeto ou montagem com quantidades, tamanho, formato, localização e orientação aproximadas. Informação não gráfica pode também ser anexada ao elemento.
- LOD 300 – Modelo de geometria precisa: O elemento é graficamente representado dentro do modelo como um sistema específico, objeto ou montagem nos termos de quantidade, tamanho, formato, localização e orientação. Informação não gráfica pode também ser anexada ao elemento.
- LOD 400 – Modelo de fabricação: O elemento é graficamente representado dentro do modelo como um sistema específico, objeto ou montagem nos termos de quantidade, tamanho, formato, localização e orientação como detalhamento, fabricação, montagem e informação de instalação. Informação não gráfica pode também ser anexada ao elemento.
- LOD 500 – Telas Finais – As-Built: O elemento é uma representação verificada de campo nos termos de tamanho, formato, localização, quantidade e orientação. Informação não gráfica pode também ser anexada ao elemento.

Diante do exposto, a dimensão 5D torna-se de extrema relevância para o presente trabalho, dado que essa está diretamente relacionada a orçamentação, e o entendimento dos níveis e dimensões, bem como suas escolhas, apresenta-se de modo geral, como definições necessárias para gestão de projetos.

## **2.5 A dimensão 5D**

A junção da modelagem 3D com o orçamento, se torna a modelagem 5D e é determinada por atribuir o valor ao modelo virtual. Visa, principalmente, conseguir o custo da edificação, elevar a precisão no decorrer da construção, acarretar menor tempo, menos desperdício de materiais, e redução nos imprevistos e mudanças durante a execução do projeto, em razão da concordância das especialidades (AZEVEDO, 2009).

Geralmente, o modo utilizado para fazer estimativas de custos é por meio de planilhas ou desenhos impressos, dos quais, manualmente são retiradas as estimativas de quantidades de trabalho. A principal falha deste modo é que arquitetos e engenheiros não irão parar de desenhar, fazer ajustes e alterações ao projeto, as informações se tornam desatualizadas muito rapidamente, pois não existe interoperabilidade e capacidade de atualizações múltiplas constante. O ideal seria que os orçamentistas utilizassem informações retiradas diretamente do modelo, pois este é o único meio constantemente atualizado (HARDIN, 2015).

A utilização dos modelos BIM é uma valiosa ferramenta para o levantamento de quantitativos, no entanto, em hipótese alguma, substitui o trabalho de um orçamentista. Orçar exige tarefas muito mais complexas do que simples obtenção de quantitativos, exige avaliação crítica das condições particulares de cada empreendimento, que impactam de maneiras diferentes no custo do projeto (EASTMAN *et al.*, 2014).

Mattana (2017) explica que a qualidade e a precisão dos quantitativos obtidos utilizando modelos em BIM, depende diretamente da qualidade das informações adicionadas ao modelo pelo projetista e da compatibilização adequada realizada. Além disso, é importante se dizer que, nenhuma ferramenta BIM sozinha possui, por si só, todas as funcionalidades de uma planilha eletrônica ou de um pacote para orçamentação, é necessário que se encontre um método eficiente para combinar as diferentes ferramentas, em prol de um resultado satisfatório. As principais formas da utilização do BIM na orçamentação, estão na capacidade de exportação dos quantitativos de objetos para um *software* de orçamentos, graças a sua capacidade de interoperabilidade.

A utilização de *softwares* de modelagem BIM traz muitas vantagens para a extração de quantitativos para orçamentação. Segundo Azevedo (2009), a precisão é a maior delas, a extração automática de informações traz consigo redução de desperdício de materiais e de tempo, além de redução de alterações durante a execução das obras.

Segundo Mitchell (2012), acredita-se que o gerente de custos fornece maior valor por meio de sua função de planejamento de custos nos estágios iniciais de um projeto. Ao utilizar abordagens 2D tradicionais, as avaliações de soluções construtivas leva um tempo considerável,

e prejudica a análise comparativa de diferentes alternativas para o processo de desenvolvimento do projeto. Projetando na plataforma BIM, a atuação do gerente de orçamento é facilitada, no que tange a apresentação de várias propostas de estimativas de custos para o projeto e o refinamento dessas estimativas à medida que o *design* evolui.

O modelo 5D pode fazer essas estimativas de custo iniciais de forma extremamente rápida, um número infinito de vezes e em uma complexidade de combinações. Um gerente de Custos 5D também pode remodelar o *design* em desenvolvimento num número infinito de vezes e fornecer um “*feedback*” sobre as variações estimadas em busca da melhor solução (MITCHELL, 2012). Mitchell (2012) refere-se a essa capacidade de estimativas variadas como o 5D “*Living Cost Plan*” e argumenta que essas técnicas modernas podem ser utilizadas dentro de estruturas tradicionais, mas que o comportamento e como a tecnologia é utilizada, são mais importantes que o *software*.

Para Andrade (2012), a extração dos dados quantitativos em projetos bidimensionais de representação gera inconsistências visíveis. Para Costa e Serra (2014), a contribuição do BIM na fase de levantamento de quantitativos, resulta em três vantagens: aumento da precisão, graças a extração automática das tabelas de quantitativos, proporcionar maior necessidade de reflexão sobre a tecnologia da construção para o projetista ou arquiteto e maior eficiência no processo de projetar, devido a evolução de modelo e tecnologia utilizada.

O avanço dos recursos de 5D está ganhando impulso, empresas líderes de gerenciamento de custos de projetos começaram a perceber as vantagens competitivas ao adotar essa abordagem integrada ao gerenciamento de custos (CONSTRUCTECH 2013, p. 1). Um grande propulsor para o ganho de mercado desta tecnologia aconteceu nos Estados Unidos em 2008, quando a Associação para o Avanço da Engenharia de Custos Internacional (AAEC, em português, AAEC), juntamente com o corpo de engenheiros do exército dos Estados Unidos, a Administração de Serviços Gerais e o Instituto Nacional de Ciências da construção formaram uma aliança para trabalhar em conjunto para resolver problemas relacionados com engenharia de custos para a indústria de instalações sob o *Building Smart Alliance*. O objetivo era desenvolver sistemas e protocolos para colaboração e coordenação de engenharia de custos e estimativas durante o ciclo de vida do projeto. "O consórcio continua a se ajustar e a se coordenar com padrões em constante mudança, para que o processo de extração e processamento das informações 5D (custo) do modelo BIM seja claramente definido, especialmente à medida que o design evolui" (CONSTRUCTECH 2013, p. 1).

De acordo com Smith (2014), a real extensão das empresas que implementam efetivamente a tecnologia 5D é difícil de avaliar. Cita uma empresa inovadora de gerenciamento de custos de projetos na Austrália, que fornece um bom exemplo do que acontece atualmente. A Mitchell Brandtman é uma firma de pesquisa de tamanho médio na Austrália, e seu Diretor-Geral, David Mitchell, afirma que o gestor de custos moderno deve ser um gestor de custos 5D, utilizar modelos eletrônicos para fornecer estimativas 5D detalhadas e planos de custos reais em tempo real.

A metodologia BIM, amplia a capacidade de inserir dados paramétricos ao projeto, com o objetivo de criar modelos coordenados ricos em informações. Com isso, processos como a orçamentação, previsão de venda e operação da construção podem ser otimizados. Nos processos baseados em BIM, a quantidade de informações aumenta inversamente proporcional ao esforço necessário para produzi-la em cada fase, ou seja, quanto mais informações se adiciona nas fases iniciais do projeto, menor o esforço necessário para as fases posteriores. Além disso, com a utilização desta metodologia, os proprietários são beneficiados com projetos de maior qualidade, com menores custos e maior facilidade para futuras modificações (EASTMAN *et al.*, 2014).

## **2.6 Estratégia BIM BR**

O Governo Federal, criou em junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do BIM - CE – BIM – com o intuito de promover um plano de ações capaz de movimentar os setores público e privado, de modo, a impulsionar a utilização do modelo no Brasil.

As principais funções desse colegiado são, promover ações para a implementação da estratégia, bem como, o acompanhamento do desempenho e do cumprimento das metas estabelecidas, visa promover um ambiente adequado a difusão do BIM no país. O Governo Federal espera que, com a utilização da plataforma BIM, a produtividade no setor da construção civil, tão contestada atualmente, seja aprimorada e que se tenha uma maior acurácia no planejamento de obras (execução, cronogramas, orçamentos), assim, reduzir a quantidade de aditivos contratuais, que elevam o valor das obras e oneram os cofres públicos.

Além disso espera-se que, com a utilização da nova metodologia, se eleve o nível de qualificação profissional, reduza os prazos necessários para conclusão das obras, em virtude de um melhor planejamento e controle, diminua também a geração de resíduos sólidos, com a

redução de desperdícios, e proporcione ganhos de qualidade nas obras públicas que resultem numa redução de custos no ciclo de vida dos empreendimentos como um todo.

Para nortear suas iniciativas, ações e projetos, o governo definiu nove objetivos específicos, necessários para que se alcance os resultados almejados:

- I. “Difundir o conceito BIM e seus benefícios: ” o conhecimento do BIM precisa ser difundido, visto que, grande parte da sociedade não possui conhecimento profundo sobre os benefícios que esse trará para o setor da construção civil, como um todo, e para o cidadão brasileiro.
- II. “Coordenar a estruturação do setor público para adoção do BIM”: A exigência do BIM nas aquisições públicas, exige adaptação da estrutura e dos meios internos, assim como usa-la no desenvolvimento de projetos, na administração dos edifícios e infraestrutura, e na supervisão de obras.
- III. “Criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM”: ”: A realização de um ambiente de negócios convidativo aos investimentos BIM irá dirigir para o aumento do uso no país.
- IV. “Estimular a capacitação em BIM”: Usar o Bim requer que o profissional possua conhecimento desse novo método e esteja qualificado para as consequências resultantes dessa troca de paradigma. Isso é um ponto essencial, para a total compreensão, consolidação, adoção e efetivação, do BIM, no mercado no Brasil.
- V. “Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM”: O conjunto de leis e normas está em uma contínua evolução através de ações legislativas.
- VI. “Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM”: A padronização dos projetos BIM será garantida mediante a produção e a divulgação de documentos e normas técnicas, precisas e objetivas.
- VII. “Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM”: A Plataforma BIM é um espaço que possibilita a integração de diferentes profissionais, viabiliza a troca de experiências, além de conter a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM), a qual oferece ao usuário, a possibilidade de baixar gratuitamente uma série de objetos virtuais e modelos.
- VIII. “Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM”: Conceituar o BIM como ferramenta de mudança digital, adepto a outras tecnologias da informação e comunicação para a área de edificações e infraestrutura, procurar, instigar e produzir novas aplicações. Ademais, procura-se possibilitar a junção da estratégia BIM BR com programas do Governo relacionados.



IX. “Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM”: A inovação no mercado de trabalho é devido a ampla concorrência, como também a diminuição dos custos, melhoria de processos e oportunidade para empreendedores novos. Com isso, as seguintes ações foram antecipadas:

O governo espera, com a implementação do BIM, elevar o PIB da construção Civil em 28,90% nos próximos dez anos, atualmente, apenas 5% do PIB gerado no setor é produzido utilizando a metodologia BIM, a expectativa é aumentar esse índice para, ao menos, 50%. Com o cumprimento dessas metas, espera-se que a produtividade das empresas melhore em 10% e as obras/projetos, se tornem, em média, 10% mais baratos (BRASIL, 2018).

Um instrumento eficaz na cruzada para inserir, cada vez mais, o BIM no mercado da construção civil no Brasil, é o poder de compra, ou seja, o cliente tem o poder de exigir no ato da contratação, que seu produto seja entregue em BIM, dando preferência às empresas que trabalhem com essa metodologia, em detrimento àquelas que não o fazem. O Governo Federal, nesse aspecto, exerce o papel de um grande contratante, ou seja, a partir do momento em que o governo começar a exigir que todas as obras contratadas por ele, sejam desenvolvidas com o uso dessa metodologia, o impacto gerado por essa ação no mercado seria o suficiente para promover um crescimento exponencial de empresas a aderirem ao BIM e, com isso, o desenvolvimento no setor privado também aceleraria.

Foi nessa direção que o governo se movimentou nos últimos anos, preparando território e estudando a melhor abordagem para se posicionar no mercado e no desenvolvimento da construção no Brasil, visto que, uma mudança nesse patamar exige uma série de adequações, tanto do governo como da indústria, por isso a Estratégia BIM BR dividiu a implementação do BIM em três fases.

A primeira fase, com início em 2021, será direcionada a novas construções e, reabilitações consideradas de grande relevância, contemplará a elaboração de projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais e de AVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado), a extração de quantitativos e a geração de documentos também serão contempladas nessa primeira fase. Os órgãos e entidades públicas irão definir, de acordo com as características do empreendimento, se o mesmo é de grande relevância, como mencionado anteriormente, ou não.

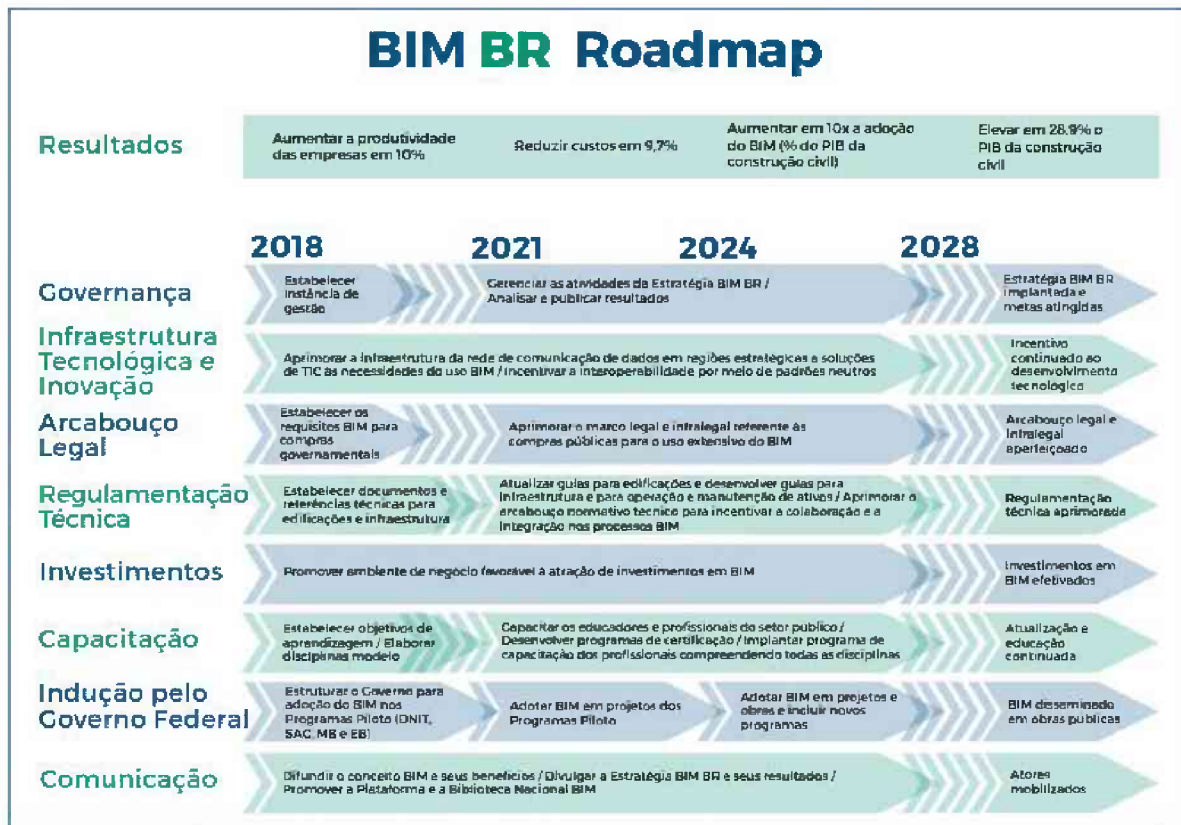
A segunda fase, a partir de janeiro de 2024, incluirá a execução direta ou indireta de projetos e também de obras de reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de grande relevância, como explicado anteriormente, além das previstas na primeira fase. A

realização da orçamentação e do planejamento da execução das obras (4D e 5D) também deverão ser uma exigência nessa etapa, bem como a atualização dos modelos e de suas informações “*as built*”.

A terceira fase, a partir de janeiro de 2028, abrangerá, além dos usos previstos nas fases anteriores, os serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento (6D), para todas as obras que tenham sido realizadas com a aplicação do BIM.

Na Figura 1, retirada do manual da Estratégia BIM BR, é apresentado um resumo de maneira esquemática, das etapas contempladas em cada fase, bem como seus prazos, e resultados esperados.

Figura 1 - BIM BR Roadmap



Fonte: ABDI (2018)

### 3. Metodologia

Neste capítulo são detalhados os métodos adotados para atingir o objetivo do trabalho, ou seja, como foi elaborado o manual para gerar automaticamente o quantitativo de uma obra utilizando a ferramenta BIM. Inicialmente, realizou-se a revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes ao trabalho, expondo um pouco sobre a história do BIM e seus principais conceitos

e vantagens. Foi realizada pesquisa em livros, artigos e dissertações e elaborado texto de modo a possibilitar uma visão ampla de diferentes autores sobre o tema abordado.

Concluída a revisão bibliográfica escolheu-se uma obra projetada em CAD para ser utilizada como exemplo para elaboração do manual. Foi escolhido o projeto de uma residência familiar de um único pavimento, cujo os projetos foram fornecidos por um arquiteto e se encontram disponíveis no Anexo A, Anexo B, Anexo C, Anexo D, Anexo E e Anexo F deste trabalho.

Para possibilitar melhor entendimento do projeto, bem como das informações necessárias para o modelo, de modo que possibilitasse a extração dos quantitativos corretamente foi elaborada a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) contida no Anexo G deste trabalho e a lista de atividades apresentada na Tabela 2. Os itens destacados em vermelho na Tabela 2 não foram contemplados neste trabalho.

Tabela 2 – Lista de atividades (continua)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Extração</b>
1	Casa modelo		
1,1	Serviços Preliminares		
-	Não avaliado pelo modelo		
1.2	Infraestrutura		
-	Não avaliado pelo modelo		
1.3	Estrutura		
1.3.1	Pilares		
1.3.1.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.3.1.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	<i>Revit</i>
1.3.2	Vigas		
1.3.2.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.3.2.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	<i>Revit</i>
1.3.3	Laje		
1.3.3.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.3.3.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	<i>Revit</i>
1.3	Armaduras		
1.3.1	Armaduras pilares, vigas e lajes	kg	<i>Revit</i>
1.4	Vedação		
1.4.1	Alvenaria		
1.4.1.1	Execução da alvenaria com blocos cerâmicos	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.4.2	Telhado		
1.4.2.1	Montagem do madeiramento de sustentação	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.4.2.2	Colocação das telhas de fibrocimento	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.4.3	Esquadrias		

Fonte: Próprio autor, (2019).

Tabela 2 – Lista de atividades (continuação)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Extração</b>
1.4.3.1	Instalação das portas	un	<i>Revit</i>
1.4.3.2	Instalação das janelas	un	<i>Revit</i>
1.5	Instalações Elétricas		
1.5.1	Instalação QDC		
1.5.2	Tomadas e interruptores	-	<i>Revit</i>
1.5.3	Conduítes		
1.5.4	Caixas de passagem		
1.5.5	Enfição		
1.6	Instalações Hidrossanitárias		
1.6.1	Instalações de água fria	-	<i>Revit</i>
1.6.2	Instalações de esgoto	-	
1.6.3	Instalações de água pluvial	-	N.A
1.7	Sistema de impermeabilização		
1.7.1	Impermeabilização das fundações	-	N.A
1.7.2	Impermeabilização de áreas molhadas	-	N.A
1.8	Revestimentos		
1.8.1	S.R.A		
1.8.1.1	Chapisco + Emboço Paulista	m <sup>3</sup>	<i>Revit</i>
1.8.1.2	Contrapiso	m <sup>3</sup>	<i>Revit</i>
1.8.2	Gesso corrido teto pavimento térreo		
1.8.2.1	Gesso corrido aplicado à mão	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.8.3	Revestimento cerâmico		
1.8.3.1	Instalação revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.9	Pintura		
1.9.1	Pintura Interna		
1.9.1.1	Realização da pintura com tinta Látex PVA à base de água de cor branca	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.9.2	Pintura Externa		
1.9.2.2	Realização da pintura com tinta acrílica, impermeável de cor branca	m <sup>2</sup>	<i>Revit</i>
1.10	Acabamentos		
1.10.1	Louças		
1.10.1.1	Instalação das pias	un	<i>Revit</i>
1.10.1.2	Instalação dos vasos cerâmicos	un	<i>Revit</i>
1.10.2	Metais		
1.10.2.1	Instalação das torneiras para as pias	un	N.A
1.10.2.2	Instalação das maçanetas das portas	un	N.A
1.10.3	Pedras naturais		

Fonte: Próprio autor, (2019).

Tabela 2 – Lista de atividades (continuação)

1.10.3.1	Bancadas de granito	un	N.A
1.11	Serviços Finais		
1.11.1	Limpeza final da obra		
1.11.1.1	Empresa terceirizada para realizar a limpeza da obra	un	N.A
1.11.2	Paisagismo		
1.11.1.1	Gramado	m <sup>2</sup>	Revit

Fonte: Próprio autor, (2019).

Em seguida, passou-se para a modelagem dos projetos, arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, utilizando o *software* Revit. Os modelos foram elaborados com as informações paramétricas necessárias para posterior extração dos quantitativos e sua modelagem baseada nos projetos obtidos em CAD. É necessário salientar que, em virtude do pouco tempo disponível para elaboração deste trabalho e a grande quantidade de informações necessárias para compor o manual, algumas simplificações foram realizadas e alguns itens não foram avaliados, como é o caso das fundações que não foram consideradas.

O manual que será apresentado no próximo capítulo foi dividido em cinco partes. As quatro primeiras demonstram como desenvolver, respectivamente, os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, de maneira que seja possível extrair os quantitativos para posterior geração do orçamento da obra. Para facilitar a compreensão de cada passo, os comandos apresentados são ilustrados também com figuras retiradas do *software* Revit. Na quinta parte do Manual, detalha-se como criar e extrair as tabelas de quantitativos dos serviços apresentados na Tabela 2.

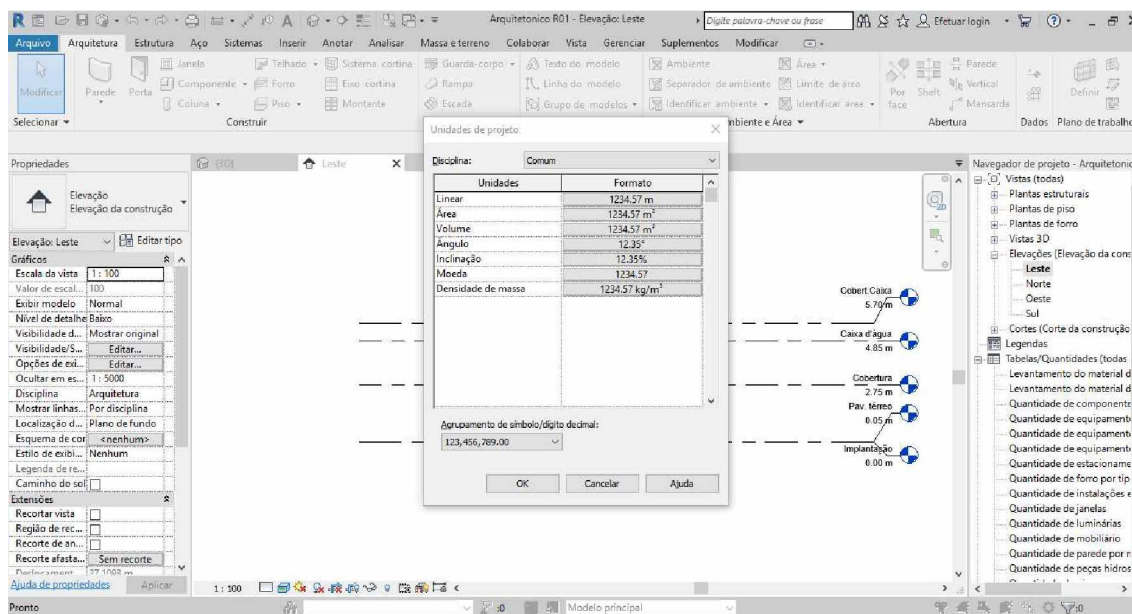
Por fim, os quantitativos extraídos do modelo BIM são inseridos nos insumos da lista de atividades e expostos ao fim do Manual. A partir da lista com os quantitativos extraídos do modelo desenvolvido, o usuário pode escolher qualquer programa computacional específico para o orçamento de obras e obter os custos do projeto.

## 4. Manual

### 4.1 Projeto Arquitetônico

Após abrir o Revit, o primeiro passo a ser feito, antes de iniciar o projeto, é definir as unidades de trabalho. Para isso, basta digitar ‘UN’ e o menu de unidades do projeto será aberto (Figura 2). Para o projeto mostrado no decorrer do trabalho, foram utilizadas as unidades métricas.

Figura 2 - Configuração de unidades

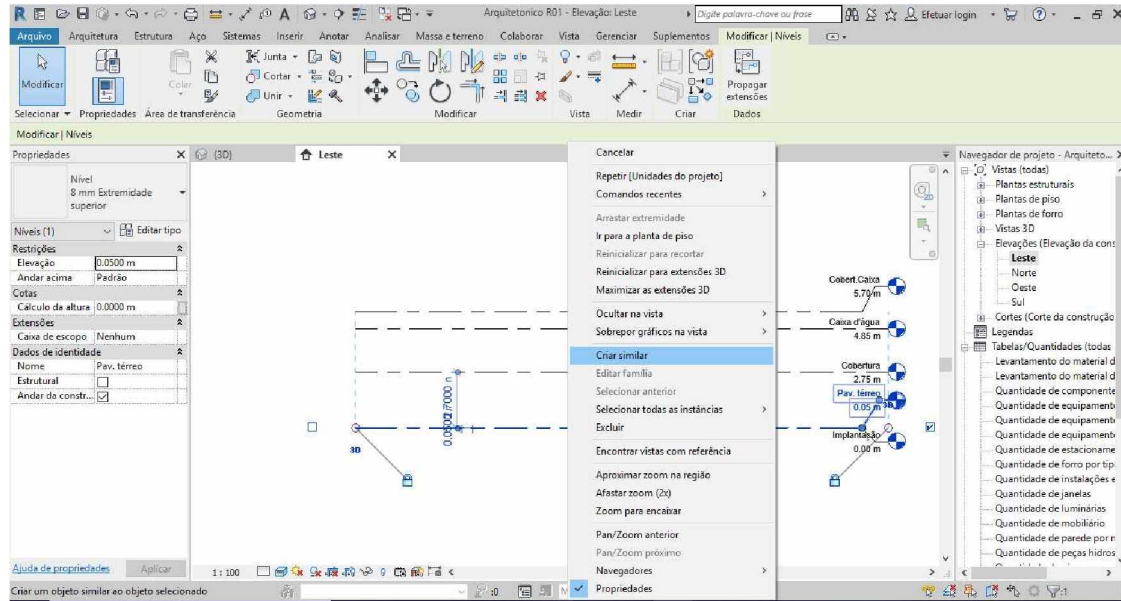


Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Navegador de projeto”, abra qualquer elevação, para definir os níveis do projeto. Para criar um novo nível, basta clicar sobre o nível pré-existente com o botão direito do mouse, selecionar a opção “Criar similar” e movê-lo para cima, digitando o valor desejado em relação ao nível copiado, conforme Figura 3. Faça isso para todos os níveis definindo suas cotas e seus nomes. Para alterar o nome de um nível basta clicar duas vezes sobre o nome atual e renomear.

Os níveis podem ser alterados a qualquer momento, o que facilita muito durante a fase de projeto, pois todos os elementos atrelados ao nível modificado, se alteram automaticamente. Por exemplo, se inicialmente o projeto é desenvolvido com um pé direito de 2,80m e precisa altera-lo para 3,00m, posteriormente, não será preciso modificar a altura dos elementos manualmente, desde que estejam atrelados aos níveis, basta altera-lo e os elementos se adaptam automaticamente à nova altura.

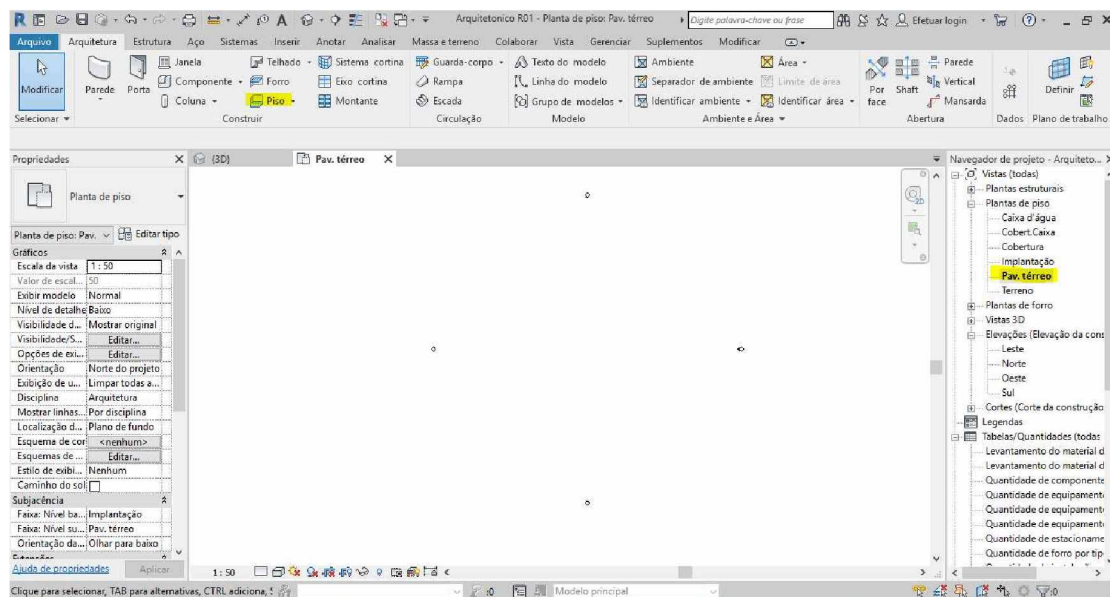
Figura 3 – Criar Níveis



Fonte: Próprio autor, (2019).

A primeira etapa para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, foi a definição do terreno do empreendimento desejado, uma das maneiras mais simples para essa delimitação é criar um piso plano com as medidas do terreno. No “Navegador de projeto”, em “Plantas de piso”, selecione a opção “Pavimento térreo” no qual o piso será implantado. No menu “Arquitetura” selecione a opção “Piso”. Antes de desenhar o piso, é importante observar o nível no qual ele será criado. Como podemos observar na Figura 4, o nível está definido para o pavimento térreo.

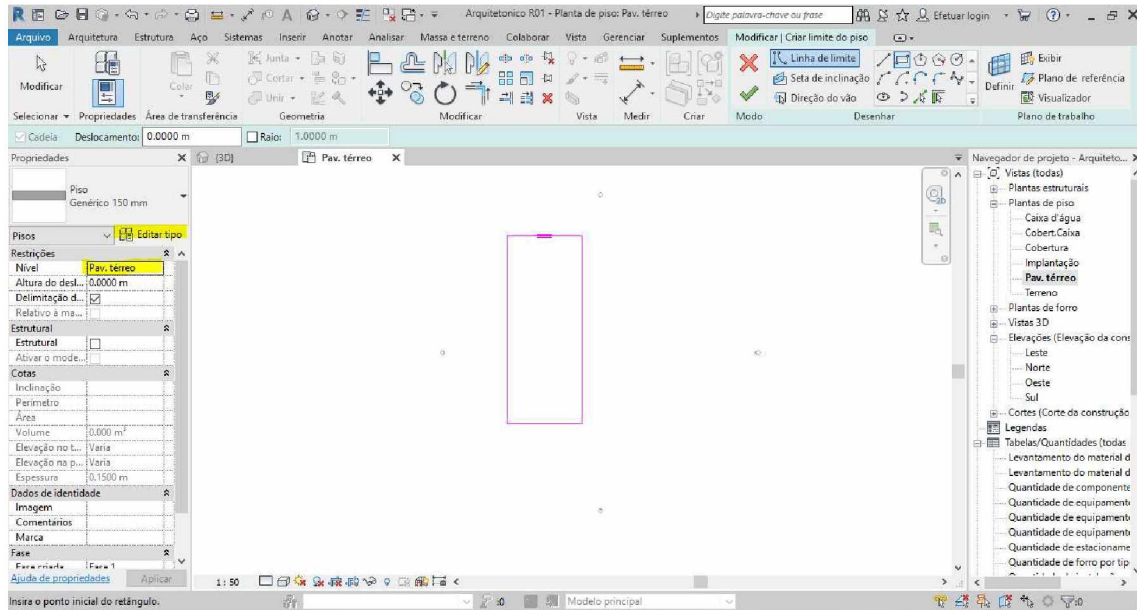
Figura 4 – Nível do piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

O próximo passo é definir o tipo de piso. Para o terreno foi considerado um piso de grama, para criar o piso, selecione a opção “Editar tipo” (Figura 5).

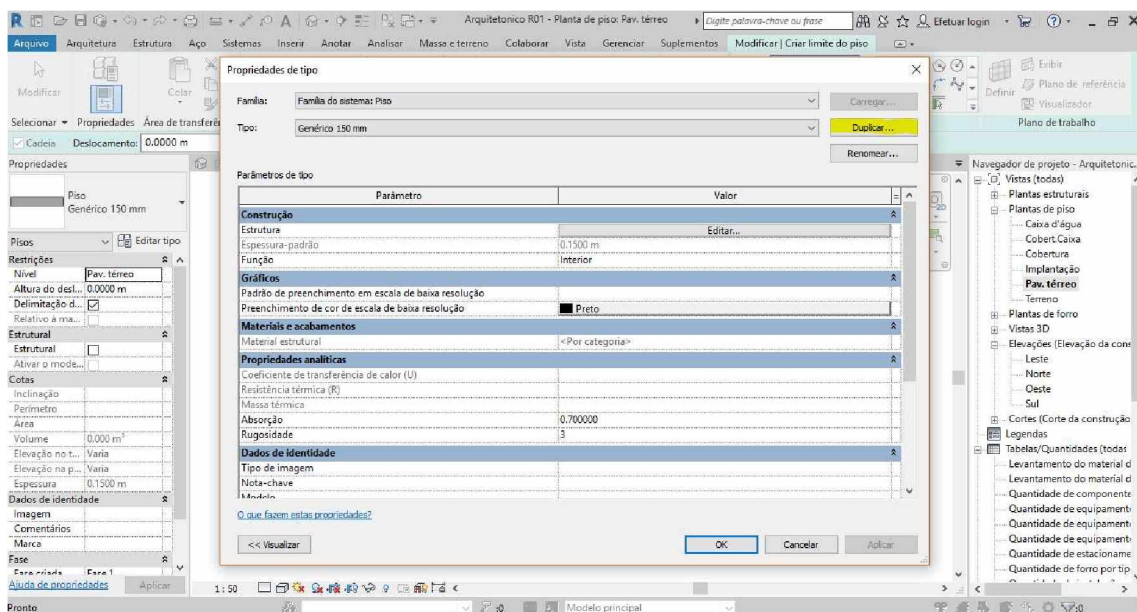
Figura 5 – Desenho do piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

O menu de propriedades de tipo será aberto, é muito importante que sempre que desejar criar um novo elemento, clicar na opção “Duplicar” (Figura 6), e escolher um novo nome para o seu elemento. Isso é necessário para não modificar e/ou excluir o elemento utilizado como base para a edição.

Figura 6 – Criar um novo elemento

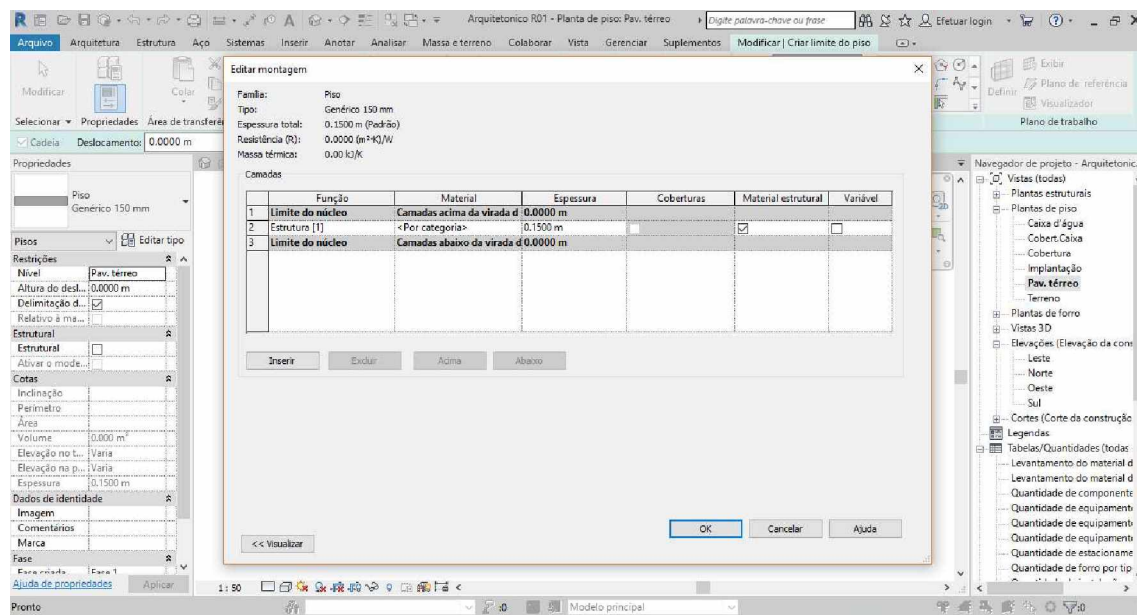


Fonte: Próprio autor, (2019).



Após duplicar e renomear o objeto, no item de construção clique em “Editar”. No menu “Editar” é possível escolher as diferentes camadas, com suas respectivas espessuras e tipos de materiais que vão compor o elemento. Quanto mais detalhes se inserir nesta etapa de criação dos materiais, mais realista será o resultado final da maquete virtual. Para inserir mais camadas basta clicar em “Inserir”, conforme Figura 7.

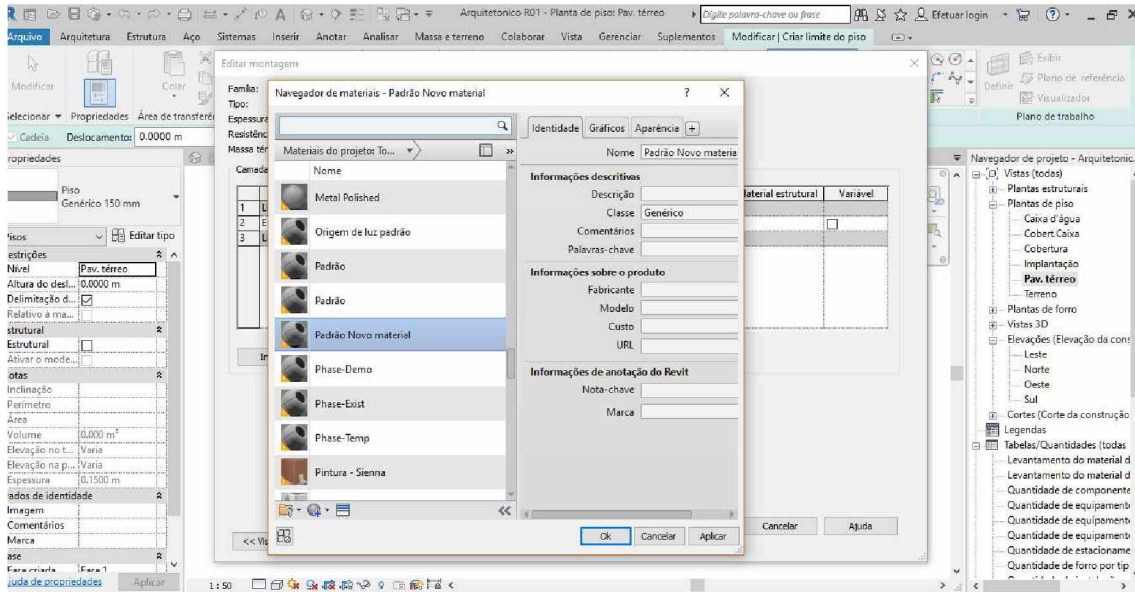
Figura 7 – Edição de um novo elemento



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para definir o material de cada camada do elemento, basta clicar na coluna de “Material” e o menu, “Navegador de Materiais”, irá abrir. Nesta aba é possível pesquisar por um material já criado ou optar por criar um novo. Ao criar um novo material, pode-se configurar as informações que deseja-se imputar no mesmo, no menu “Identidade”, (Figura 8).

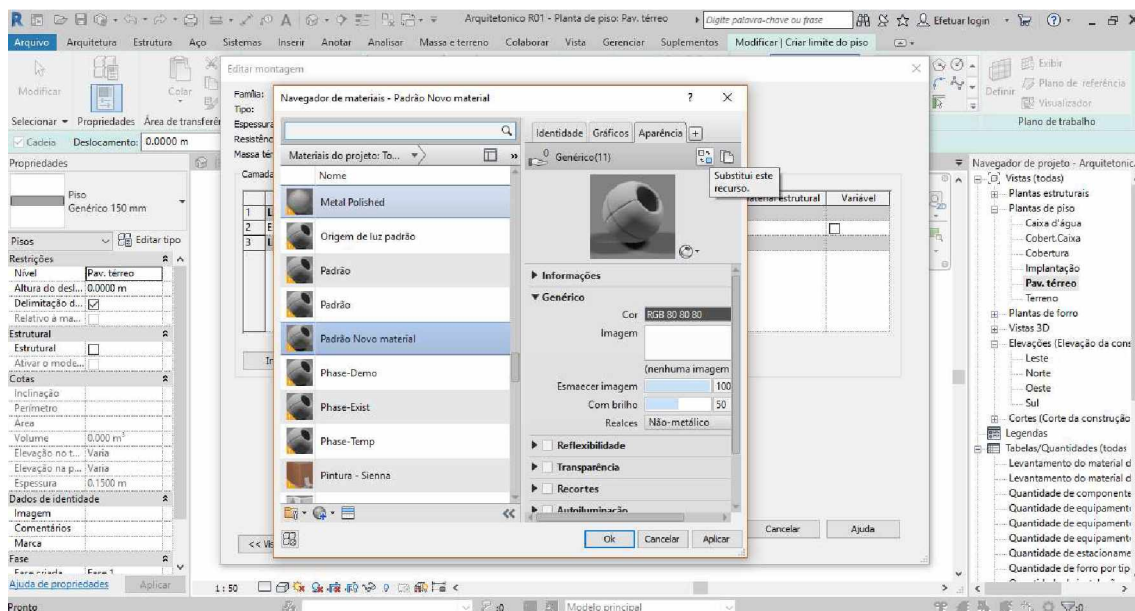
Figura 8 – Criar um novo material



Fonte: Próprio autor, (2019).

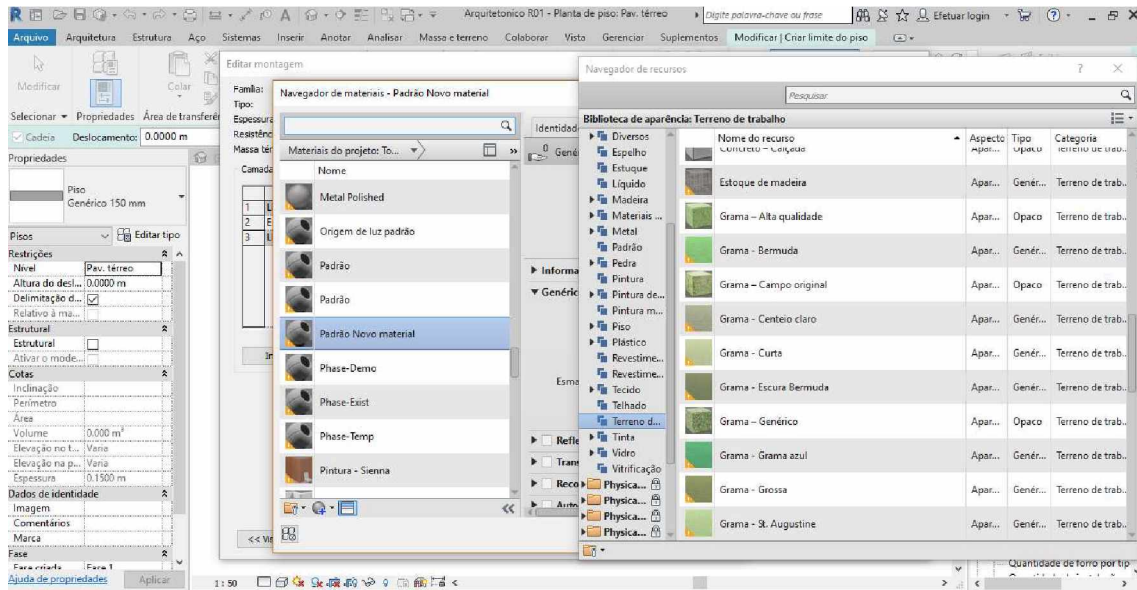
Na aba “Aparência”, clique no item “Substituir este recurso” (Figura 09). Com isso o “Navegador de recursos” irá abrir e será possível escolher qual recurso utilizar nesse novo material, como exemplificado na Figura 10.

Figura 9 – Substituir um recurso



Fonte: Próprio autor, (2019).

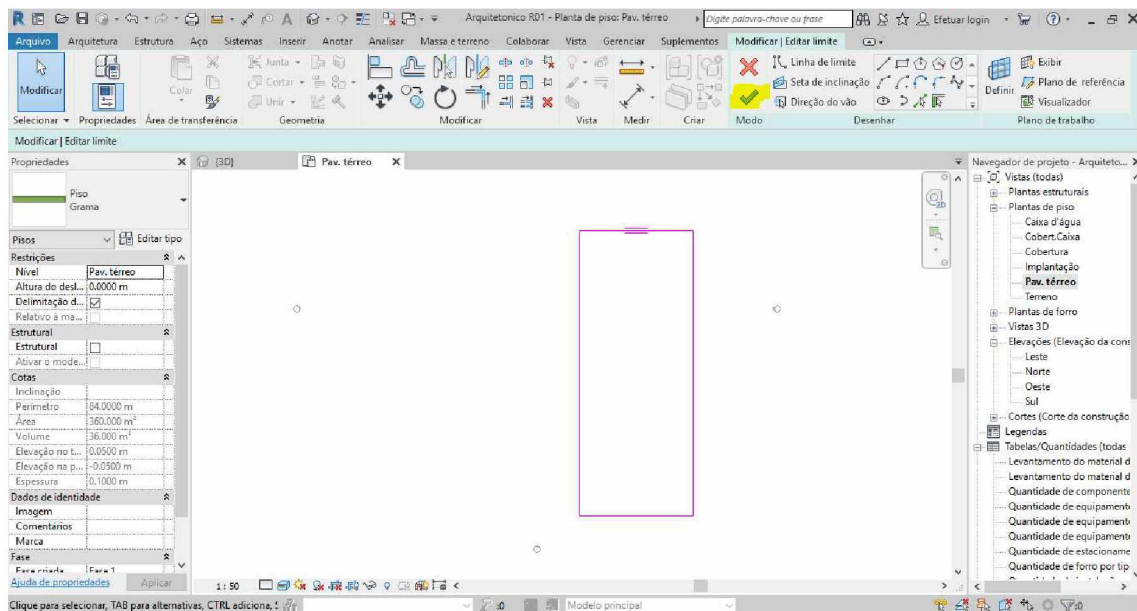
Figura 10 – Escolher um novo recurso



Fonte: Próprio autor, (2019).

Ao terminar de definir os materiais clique em “Ok” e o “Navegador de materiais” será fechado. Finalizando o traçado do piso clique em “Concluir” (Figura 11).

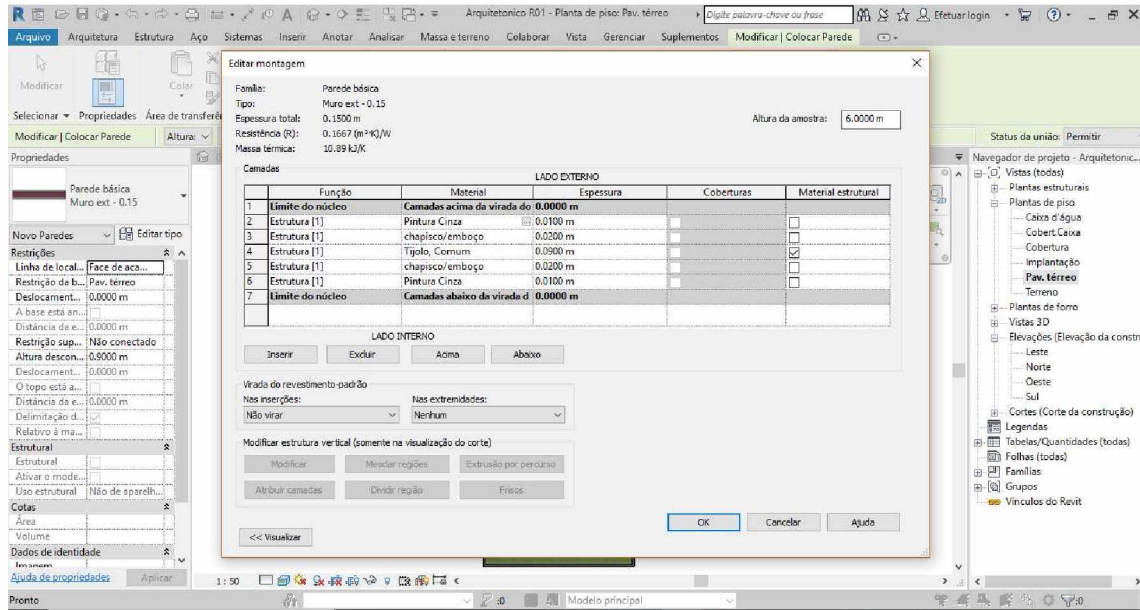
Figura 11 - Traçado do piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para os muros externos utiliza-se o sistema observado na Figura 12. O muro externo será composto por “bloco cerâmico + sistema de argamassa + sistema de pintura na cor Cinza”, totalizando a espessura de projeto de 15cm.

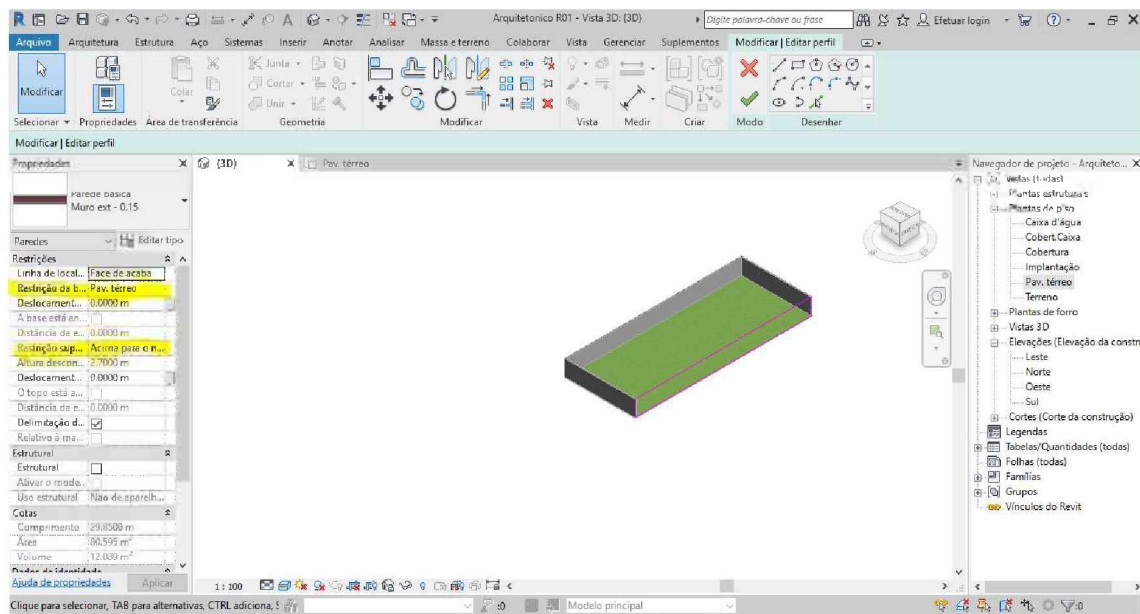
Figura 12 – Camadas do muro



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após a definição dos materiais das paredes, desenha-se seu traçado, define-se as restrições de base e superior (Níveis de começo e de fim da parede) e clique em “Concluir” (Figura 13).

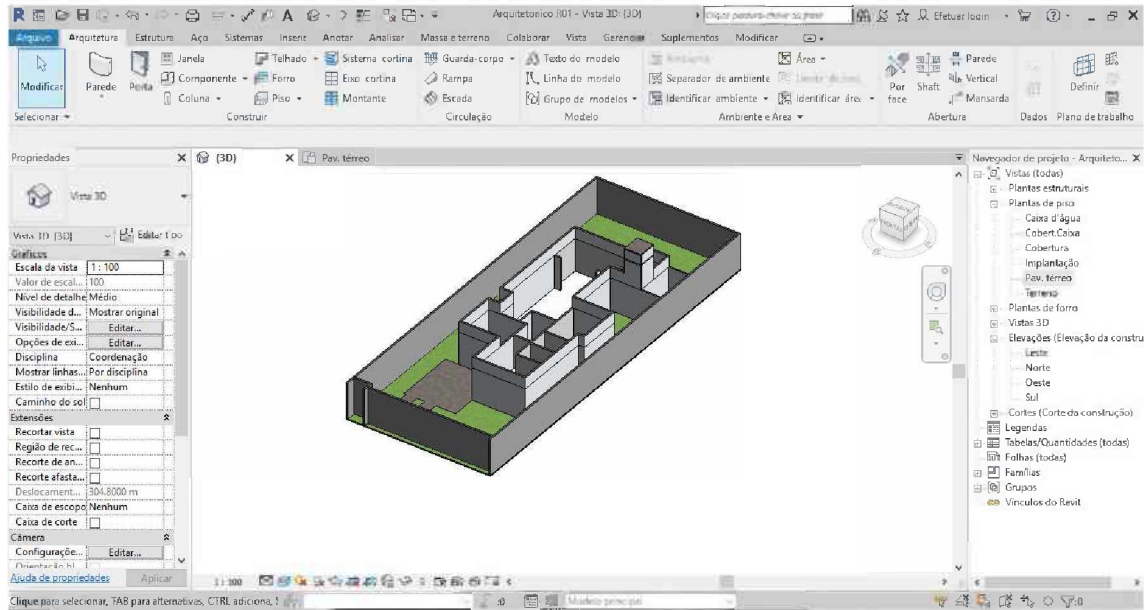
Figura 13 – Restrições de base e topo



Fonte: Próprio autor, (2019).

Foi repetido os processos de criação de materiais para todas as paredes e pisos da edificação desenvolvida (Figura 14).

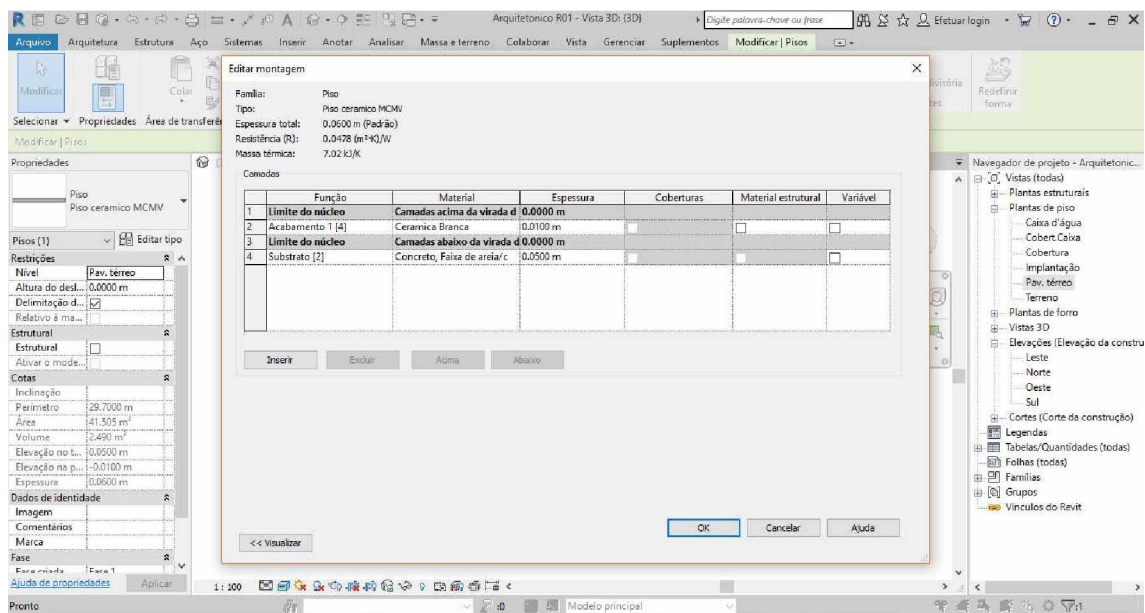
Figura 14 – Paredes construídas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para o interior de toda a edificação foi utilizado sistema de piso cerâmico com contra piso de concreto de 5cm como pode ser observado na Figura 15.

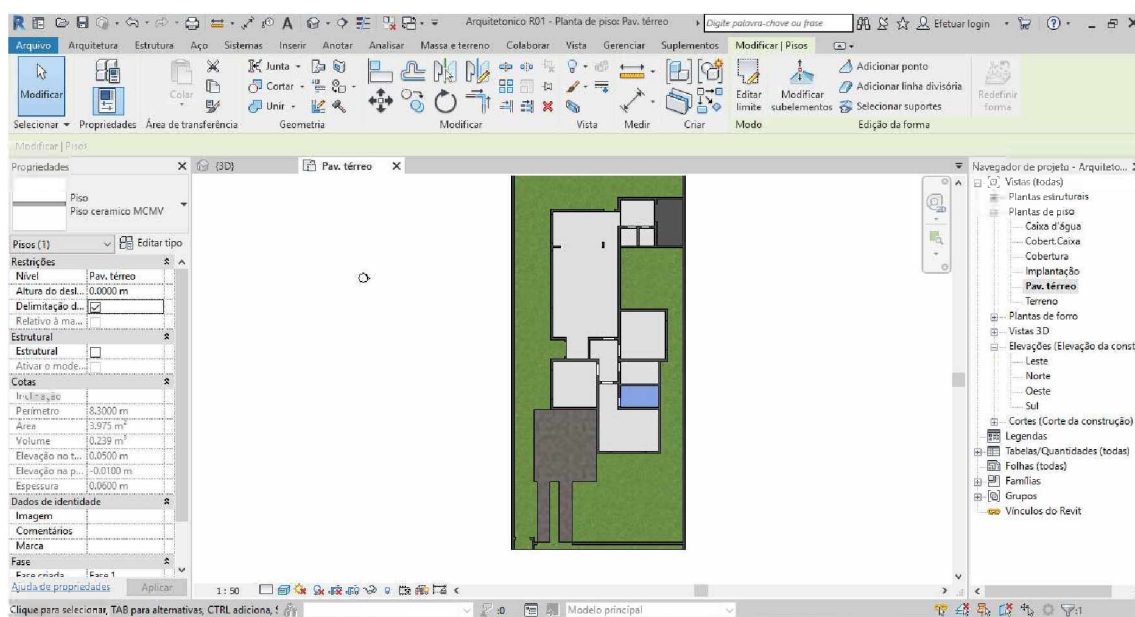
Figura 15 – Camadas do piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

É importante salientar que os pisos devem ser criados de maneira isolada para os ambientes, de modo que seu tipo possa ser editado, caso opte por utilizar revestimentos diferentes posteriormente (Figura 16).

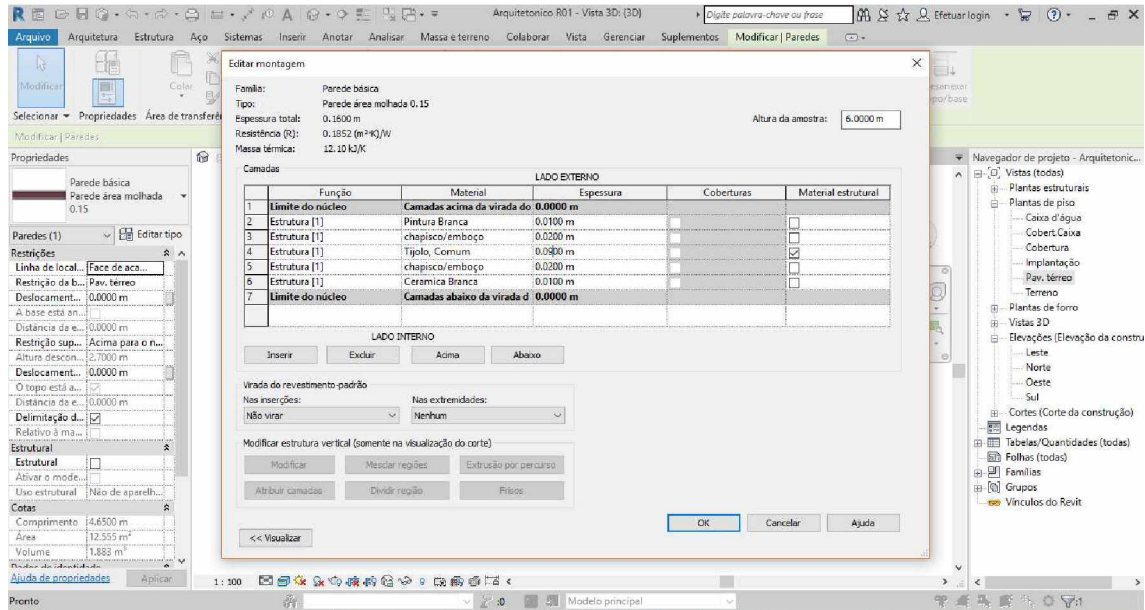
Figura 16 – Pisos criados



Fonte: Próprio autor, (2019).

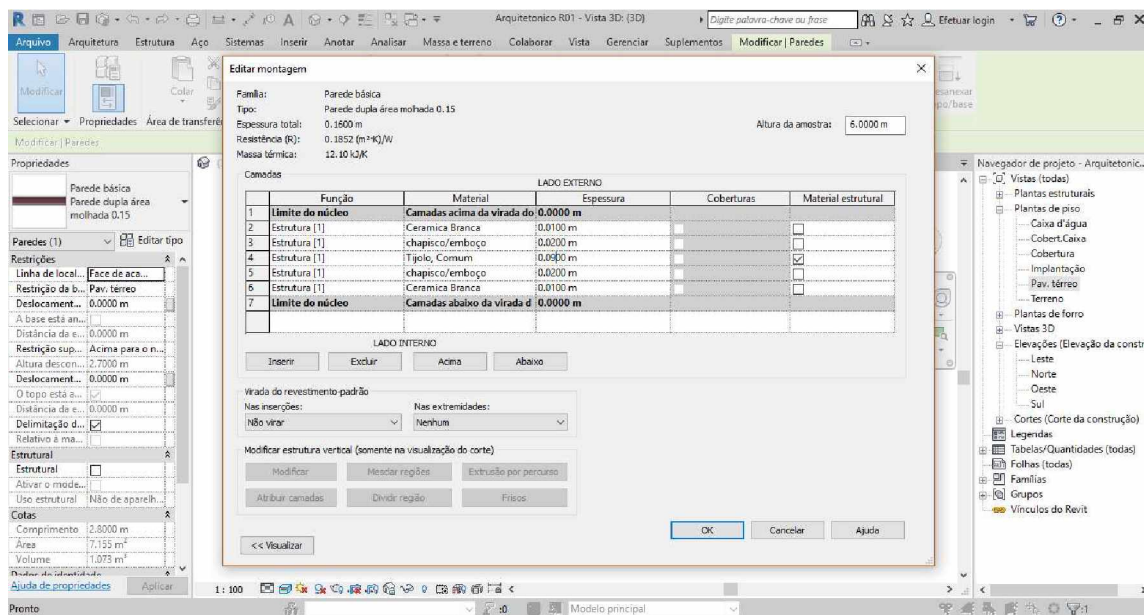
Para as paredes, foi definido sistema composto por alvenaria de vedação de blocos cerâmicos com revestimento argamassado e pintura na cor branca do lado externo e interno das paredes, com exceção das paredes da cozinha, área de serviço e banheiros que possuem revestimentos cerâmico nas faces de interesse. Os tipos de sistema podem ser visualizados nas Figuras 17, 18 e 19:

Figura 17 – Camadas paredes secas



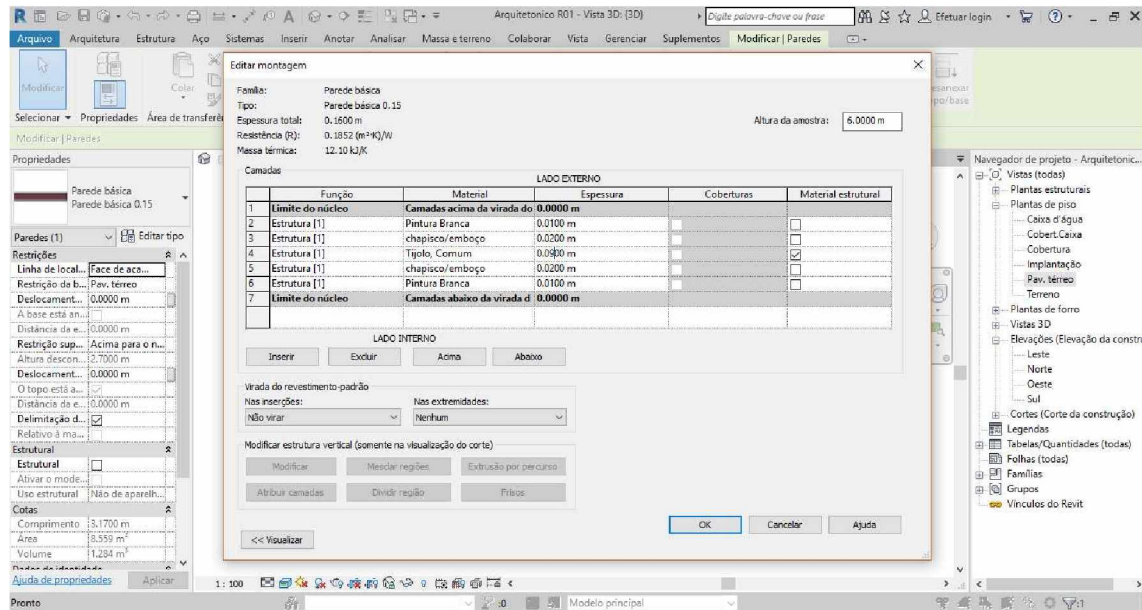
Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 18 – Camadas paredes molhadas em ambos os lados



Fonte: Próprio autor, (2019).

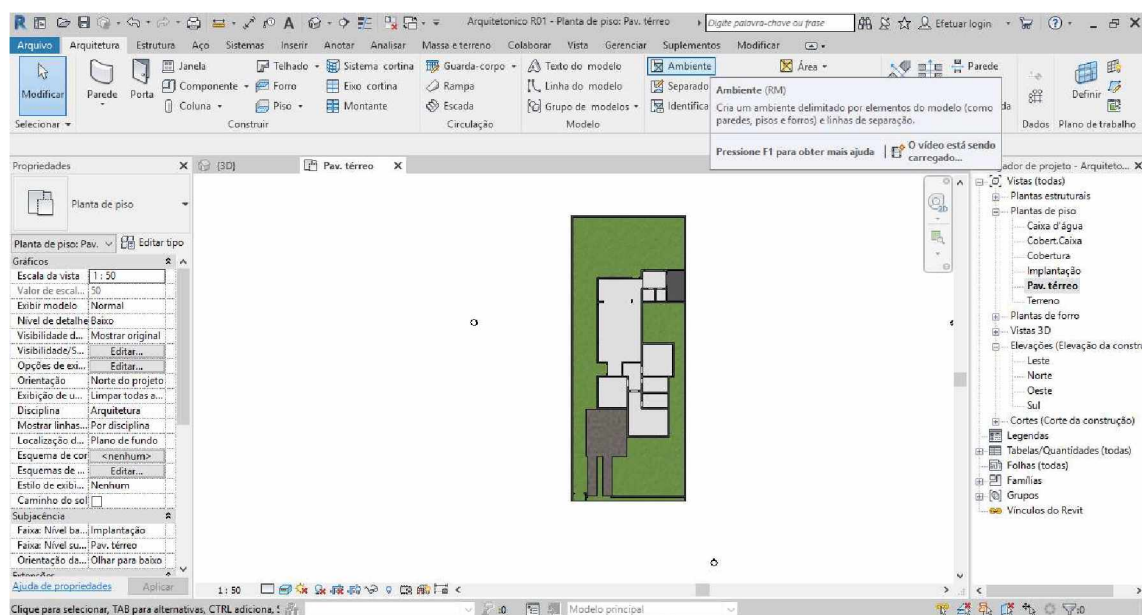
Figura 19 – Camadas paredes molhadas em um lado



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após a criação de todos os pisos, e paredes, realize a delimitação dos ambientes, para tal, no menu “Arquitetura” selecione a ferramenta “Ambiente” e clique no ambiente escolhido. É importante explicar, que o ambiente deve estar separado por paredes para conseguir realizar a delimitação ou, no caso da sala e cozinha, por exemplo, que não possuem paredes delimitadoras entre elas, há a opção de delimitar pela ferramenta "Separador de ambientes”, localizada exatamente abaixo da ferramenta “Ambientes”, conforme Figuras 20 e 21.

Figura 20 – Criação de ambientes



Fonte: Próprio autor, (2019).



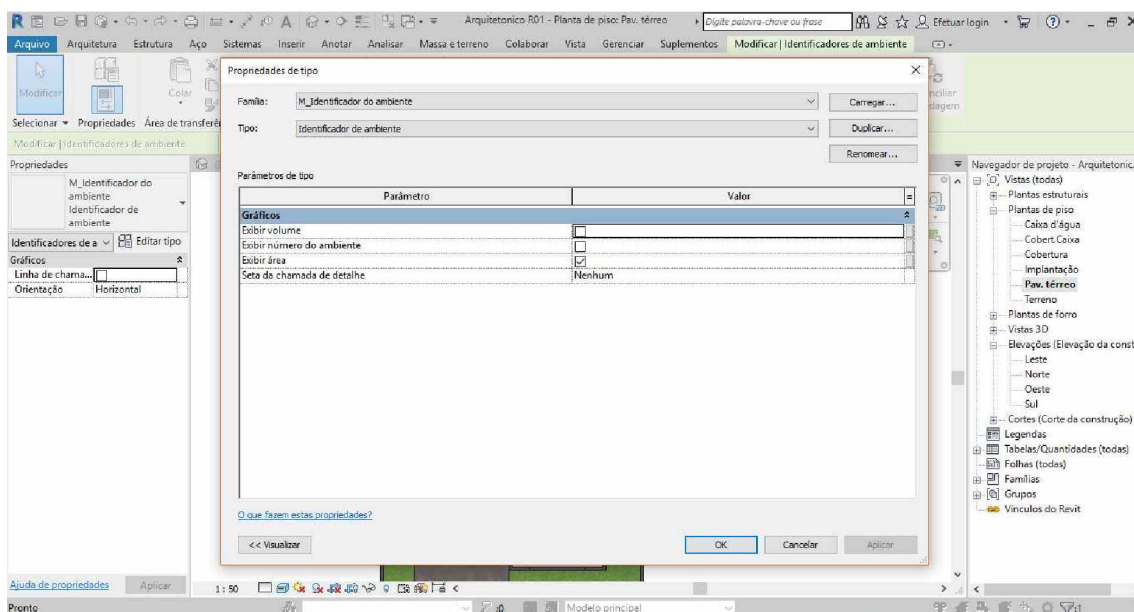
Figura 21 – Ambientes separados



Fonte: Próprio autor, (2019).

Os identificadores de ambientes também podem ser editados, definindo assim o tamanho e as informações que o mesmo irá exibir, importantes para obtenção do quadro de áreas dos ambientes (Figura 22).

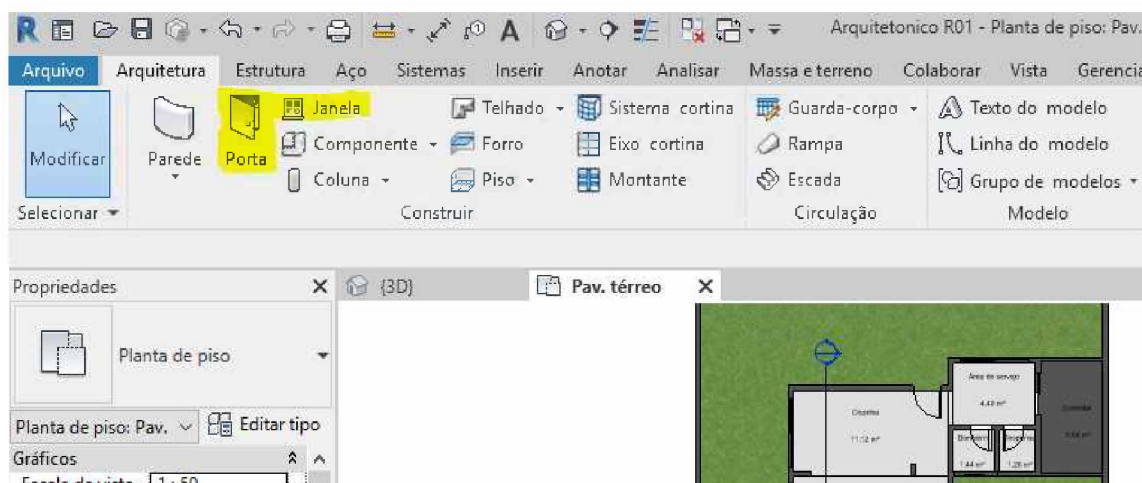
Figura 22 – Editar os identificadores de ambientes



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após a criação de todos os pisos e paredes, a próxima etapa será acrescentar as esquadrias. As ferramentas para inserir portas e janelas estão localizadas no menu “Arquitetura”, como pode ser observado na Figura 23.

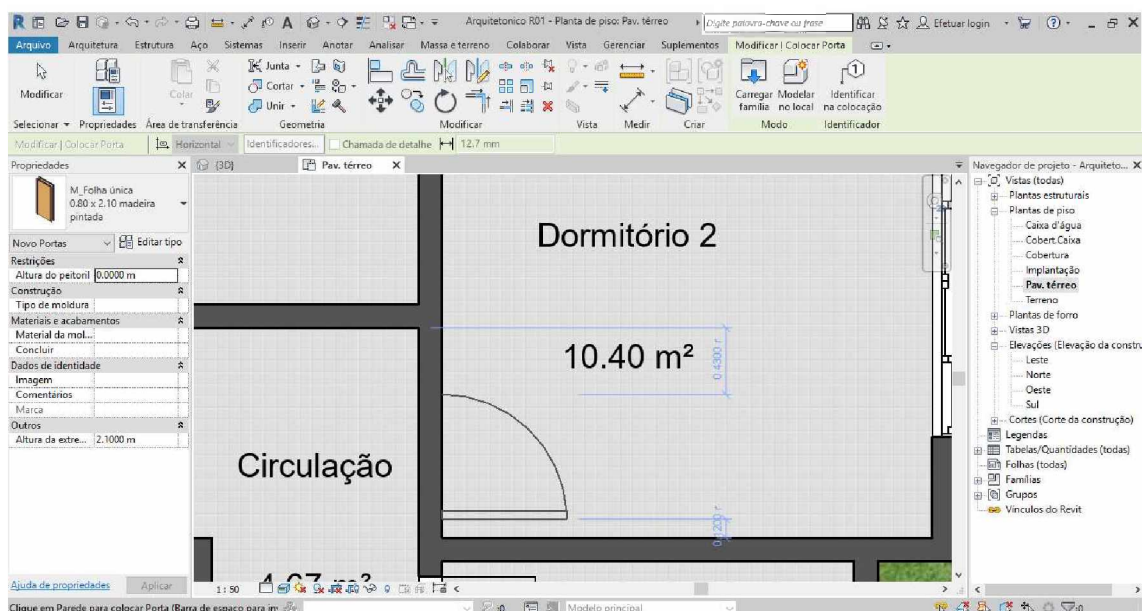
Figura 23 – Inserir esquadrias



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para inserir uma porta basta posiciona-la sobre a parede a qual deseja inseri-la e clicar com o botão esquerdo do mouse (Figura 24).

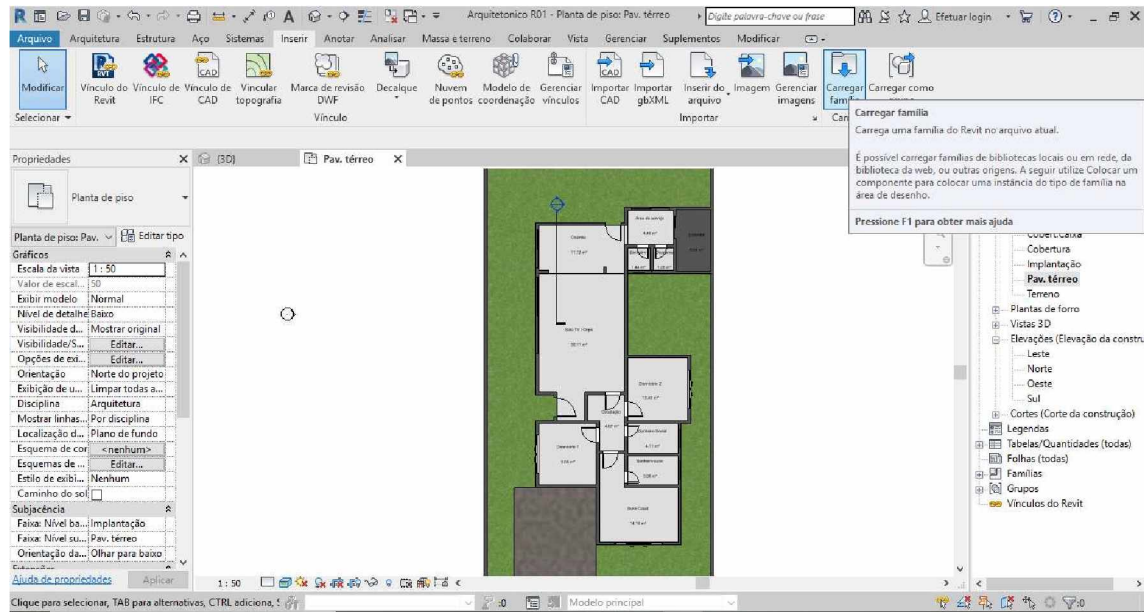
Figura 24 – Inserindo a porta do dormitório 2



Fonte: Próprio autor, (2019).

É possível escolher o tipo de porta no menu “Propriedades”, editar tipo de portas existentes ou adicionar portas novas. Para isso, é interessante apresentar a possibilidade de “Carregar Famílias”, conforme Figura 25.

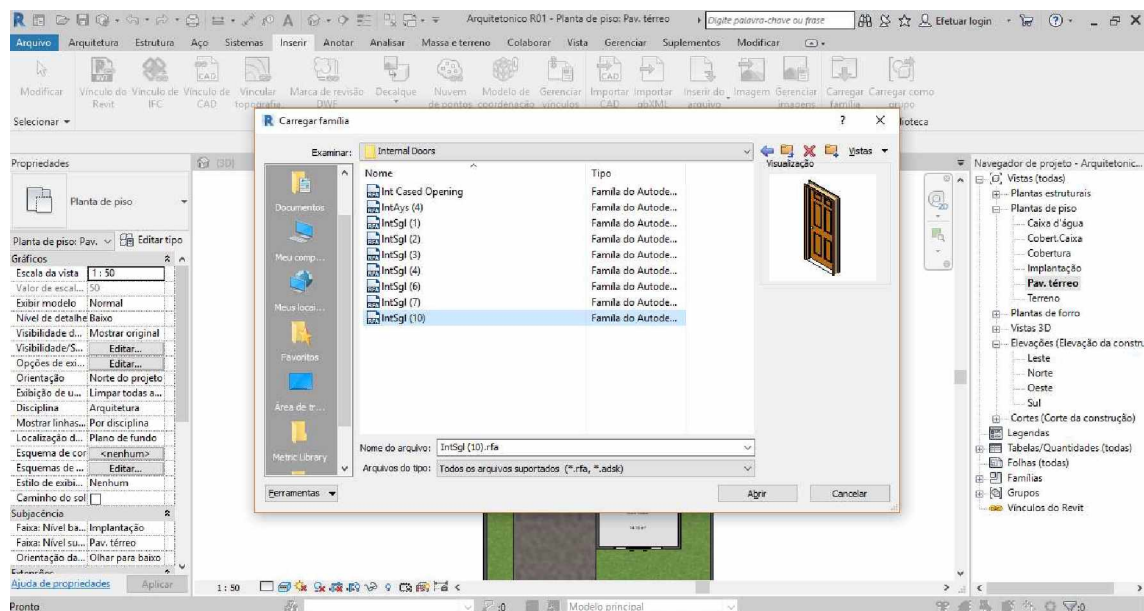
Figura 25 – Carregar família



Fonte: Próprio autor, (2019).

Esta opção possibilita carregar elementos pré-modelados, que podem ser obtidos de diversos sites da internet como a Biblioteca Nacional BIM e o BIM Object. Deste modo pode-se utilizar componentes prontos, ou ainda os utilizar como base, “editando tipo” depois de carregá-los, assim como foi feito em paredes (Figura 26).

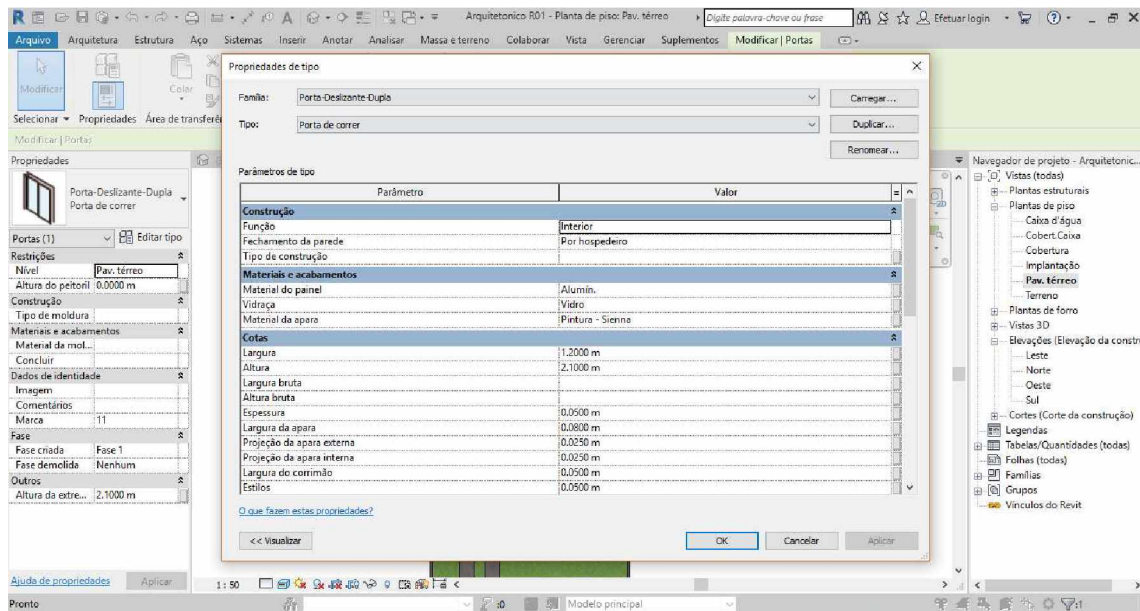
Figura 26 – Carregando componentes no projeto



Fonte: Próprio autor, (2019).

Ao editar tipo de uma porta pode-se modificar, entre outras informações, suas dimensões e seus materiais, como pode ser observado na Figura 27 que mostra a porta utilizada na Área de serviço com acesso ao Estendal.

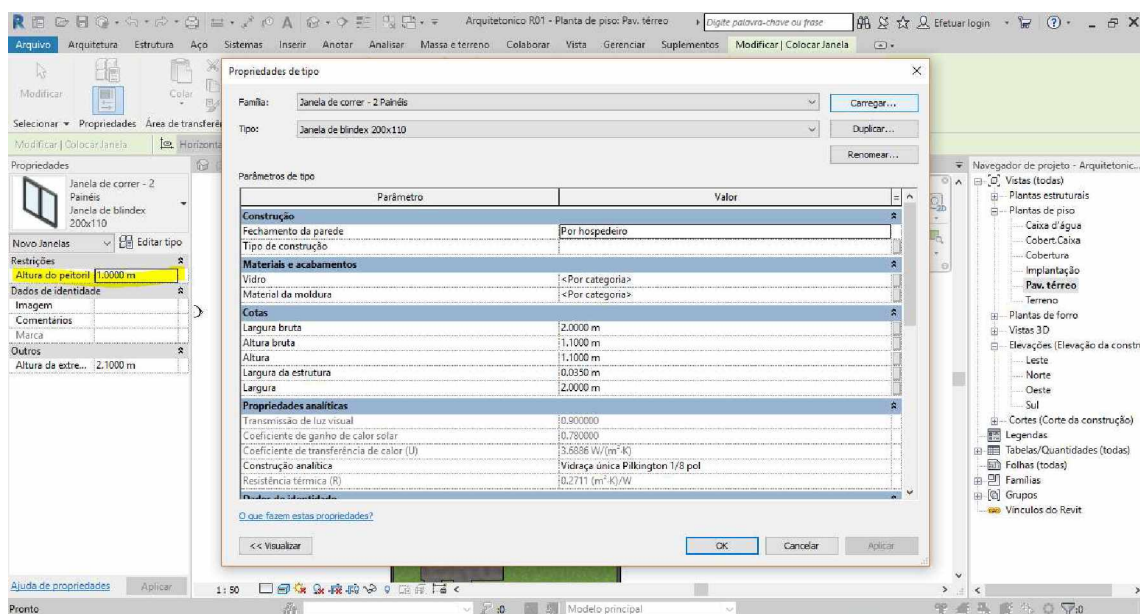
Figura 27 – Propriedades da porta da área de serviço



Fonte: Próprio autor, (2019).

O procedimento para alocar as janelas é semelhante ao da porta, acrescentando a informação da altura do peitoril (Figura 28). Observação: Portas e janelas somente podem ser inseridas em paredes.

Figura 28 – Propriedades janela

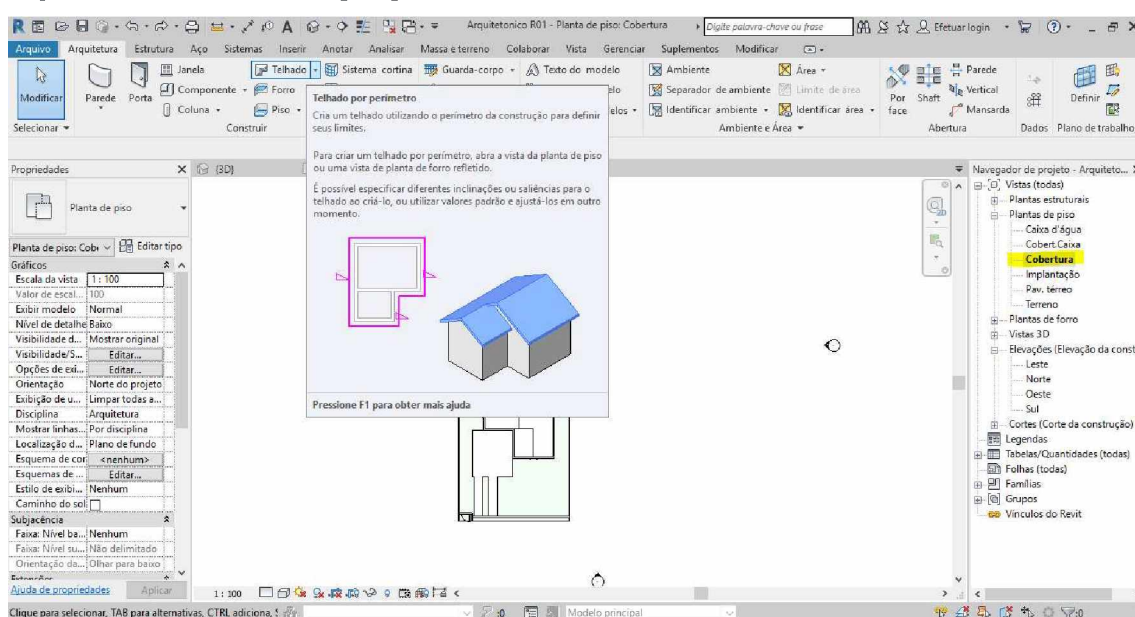


Fonte: Próprio autor, (2019).

Nesta etapa do projeto, já inseridos todos os pisos, paredes, revestimentos e esquadrias do projeto arquitetônico, com os respectivos materiais, para finalizar, inserir o telhado. Optou-se por uma cobertura com telha de fibrocimento e inclinação de 10%, escondida por uma platibanda de 90cm de alvenaria com o mesmo padrão das paredes externas.

No “Navegador de projetos”, selecione o nível “Cobertura” e no menu “Arquitetura” utilize a ferramenta “Telhado por Perímetro”, conforme indicado na Figura 29.

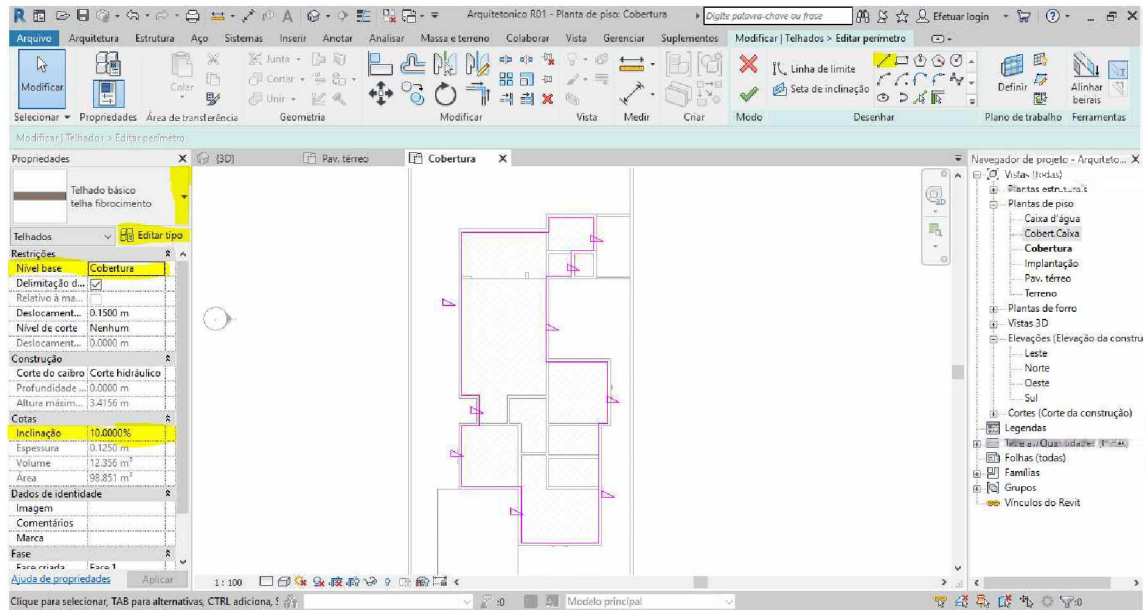
Figura 29 – Criar telhado por perímetro



Fonte: Próprio autor, (2019).

Contorne todo o perímetro, o qual deseje inserir no telhado, com a ferramenta de “Linha”. No menu “Propriedades” pode-se selecionar o tipo de telhado, bem como, “Editar tipo” e criar um modelo personalizado (Figura 30). Atentar-se ao nível base no qual o telhado está sendo implantado e as cotas de inclinação.

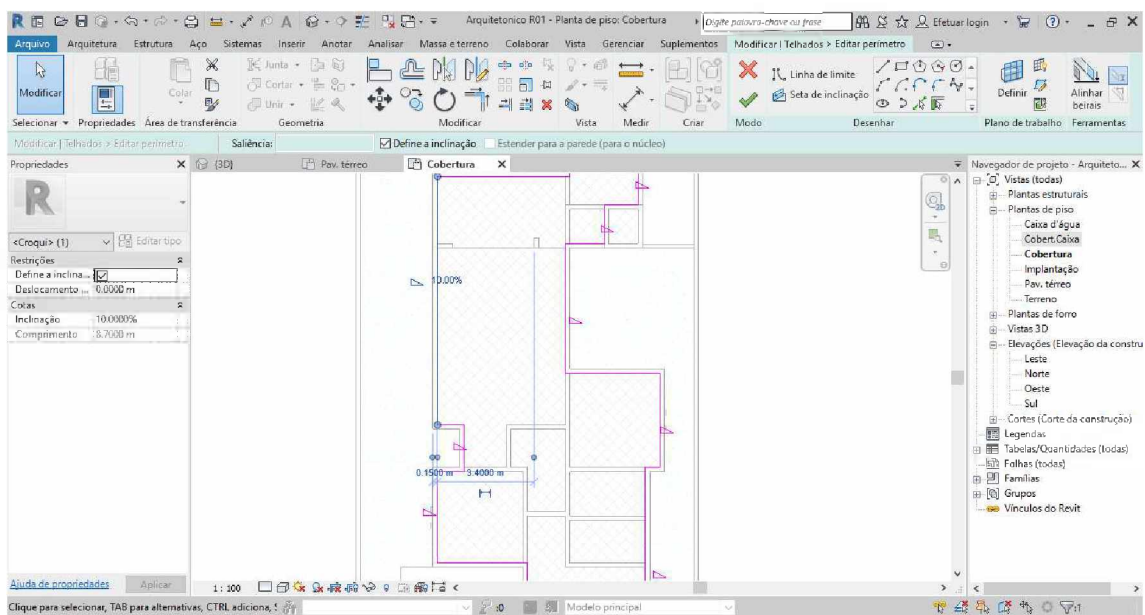
Figura 30 – Propriedades do telhado



Fonte: Próprio autor, (2019).

É possível alterar o número de águas e as inclinações dessas, para isso clique sobre a linha, a qual deseja editar, e habilite a opção “Defina a inclinação”. A Figura 31 mostra os campos que podem ser editados com esse procedimento.

Figura 31 – Editando a inclinação do telhado



Fonte: Próprio autor, (2019).

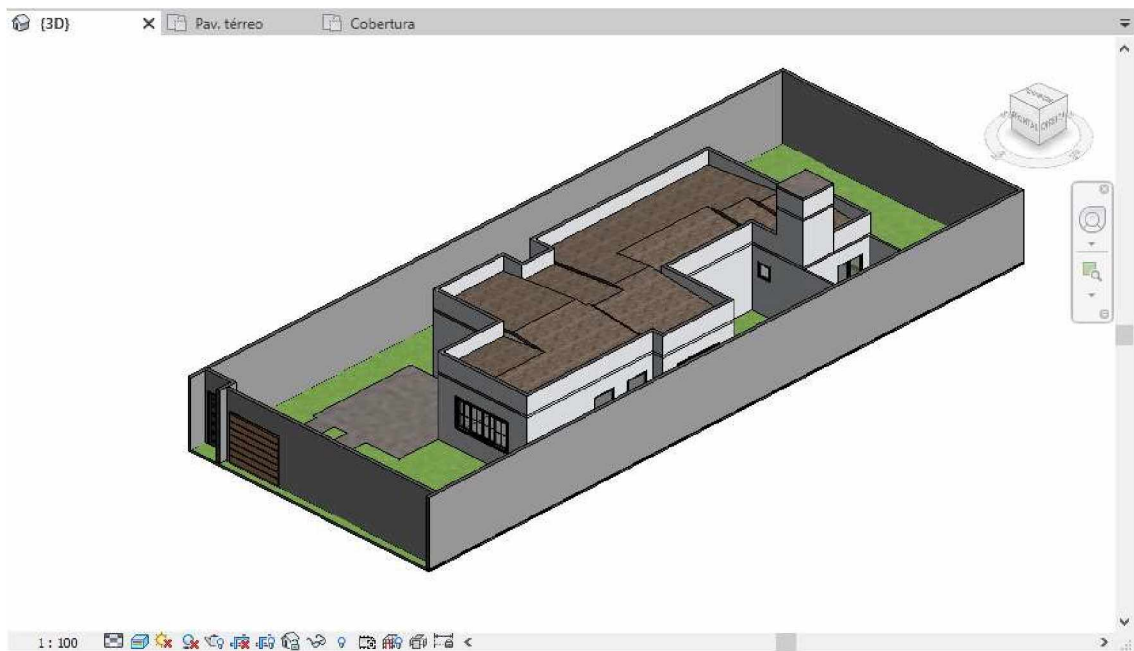
Com isso o projeto arquitetônico é finalizado, como pode ser visto nas Figuras 32 e 33, algumas simplificações como a remoção de pórticos, cobertura da garagem e varanda foram adotadas devido ao prazo para desenvolvimento deste trabalho.

Figura 32 – Projeto arquitetônico vista 1



Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 33 – Projeto arquitetônico vista 2

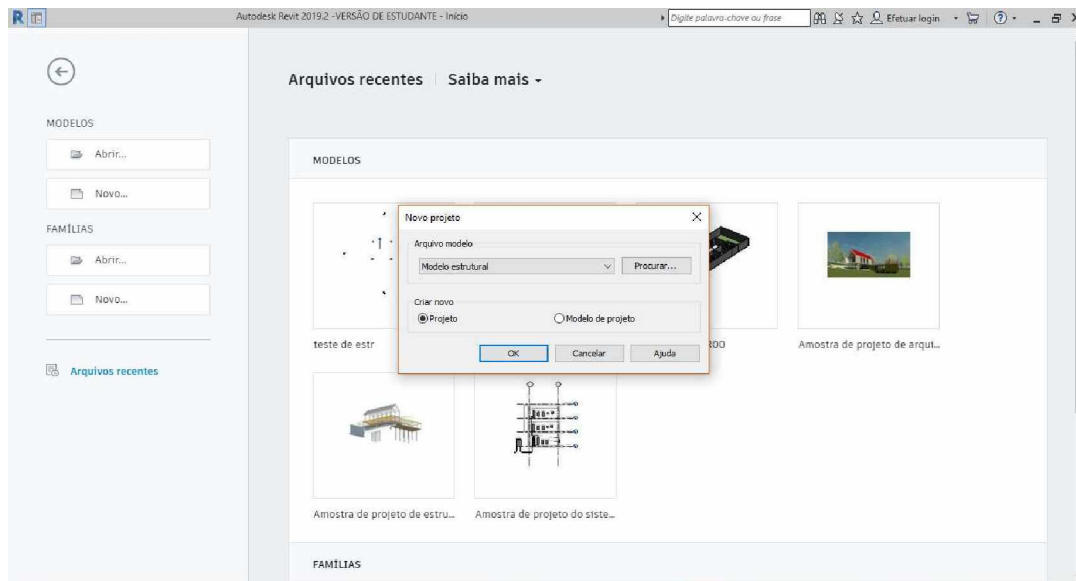


Fonte: Próprio autor, (2019).

## 4.2 Projeto Estrutural

Para iniciar o projeto estrutural, o primeiro passo é abrir o Revit novamente, clicar em “Novo” e selecione “Modelo estrutural” (Figura 34). Observação: é necessário definir as unidades no menu “UN” novamente.

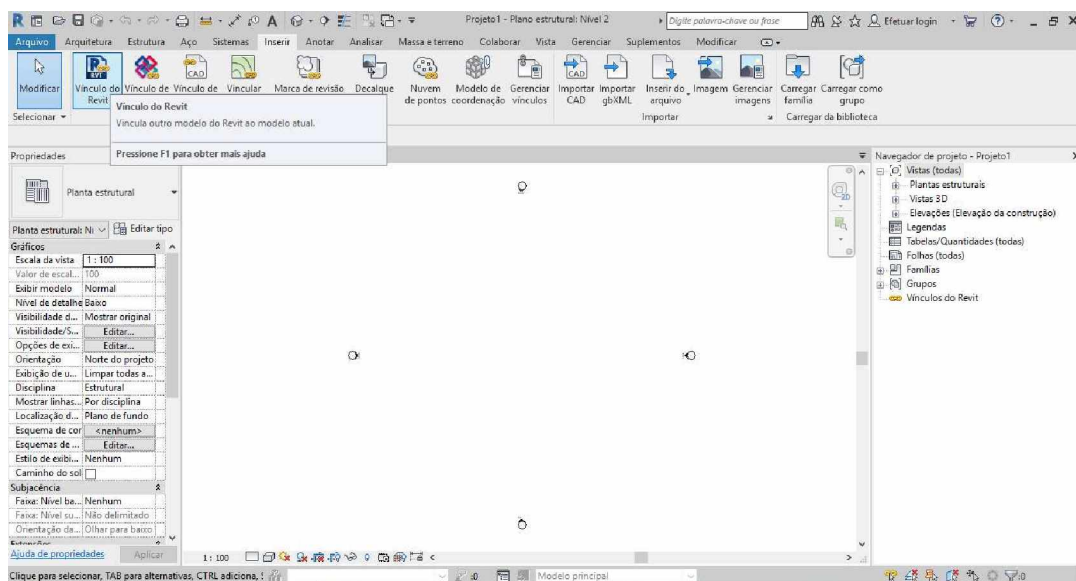
Figura 34 – Iniciar um novo projeto



Fonte: Próprio autor, (2019).

Com o modelo estrutural aberto e em branco, é necessário vinculá-lo ao modelo arquitetônico elaborado anteriormente. Para isso, no menu inserir, selecione “Vínculo do Revit” (Figura 35).

Figura 35 – Vínculo do Revit

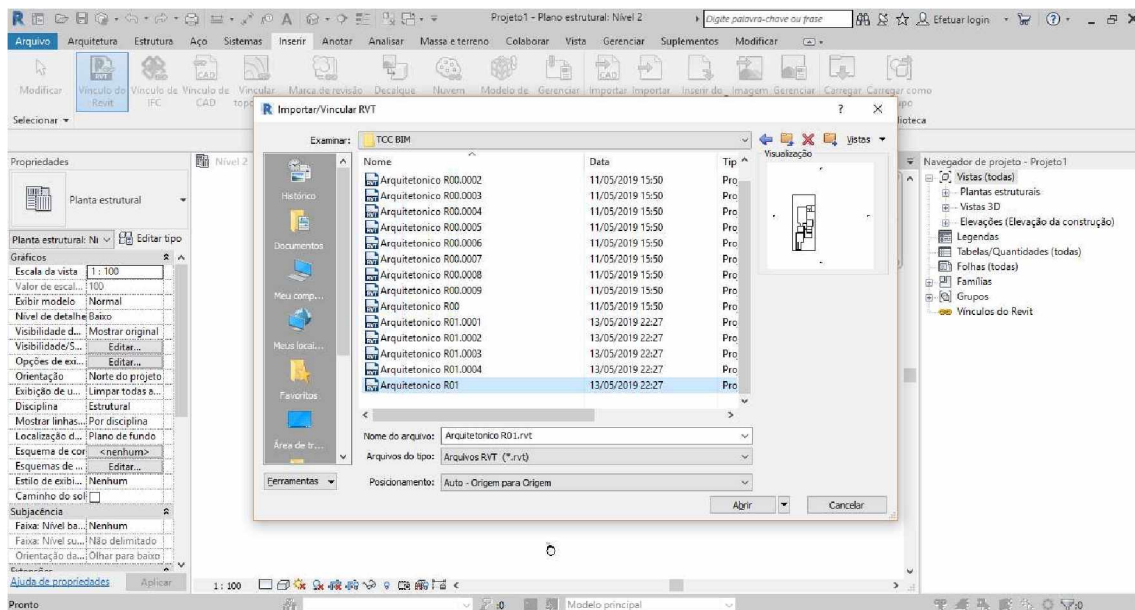


Fonte: Próprio autor, (2019).



Selecione o modelo arquitetônico e clique em abrir (Figura 36).

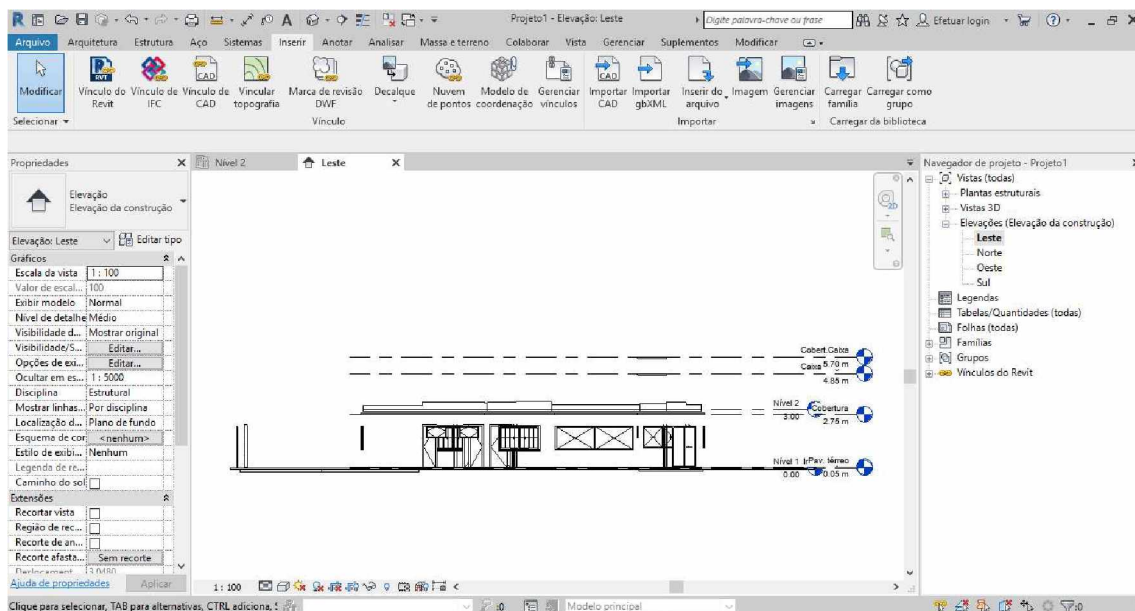
Figura 36 – Selecionando o modelo arquitetônico



Fonte: Próprio autor, (2019).

Abra o menu “Navegador de projeto”, e selecione uma elevação (Figura 37).

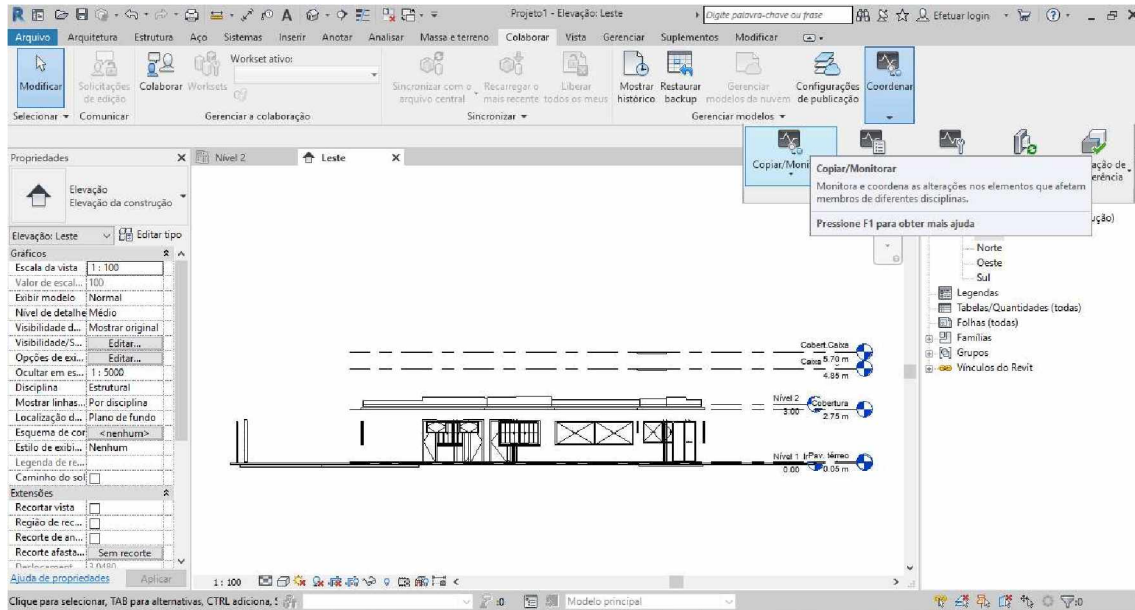
Figura 37– Selecionar elevação



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Colaborar”, clique na aba “Coordenar”, em seguida selecione a opção “Copiar/Monitorar” e “Selecionar vinculo” (Figura 38).

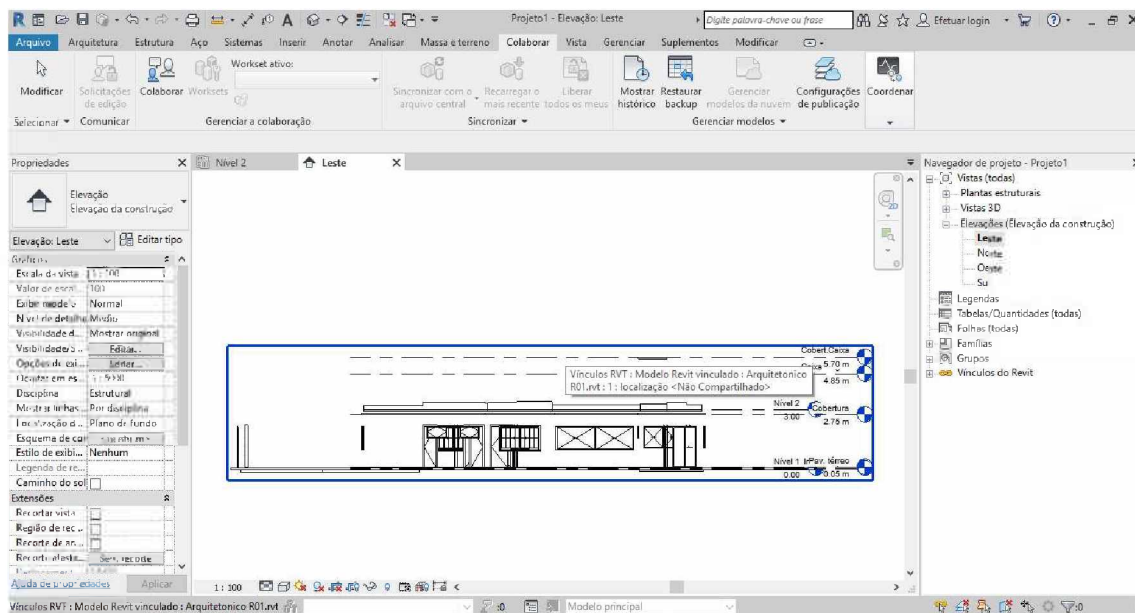
Figura 38 – Copiar e monitorar



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após clicar em, “Selecionar vinculo”, basta selecionar o projeto. Esse procedimento é realizado para estabelecer a vinculação entre os projetos arquitetônico e estrutural (Figura 39).

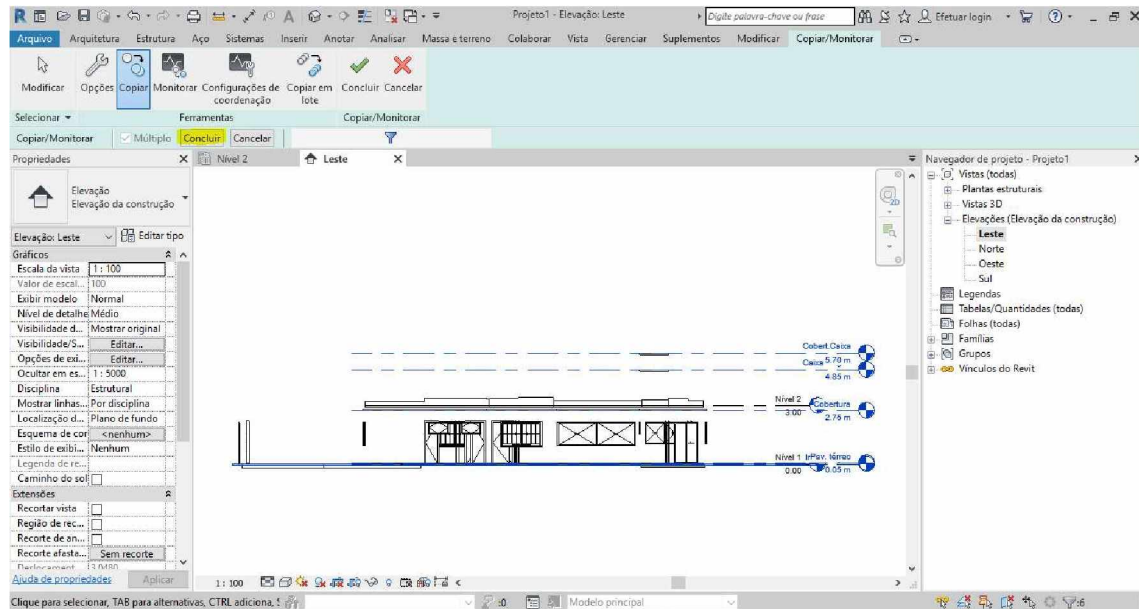
Figura 39 – Selecionar o projeto



Fonte: Próprio autor, (2019).

Clique em “Copiar”, marque a opção de “Múltiplos” ao lado do “Concluir”, selecione os níveis e clique em “Concluir”, próximo à opção de “Múltiplos”, **não clicar no “Concluir” em verde** (Figura 40).

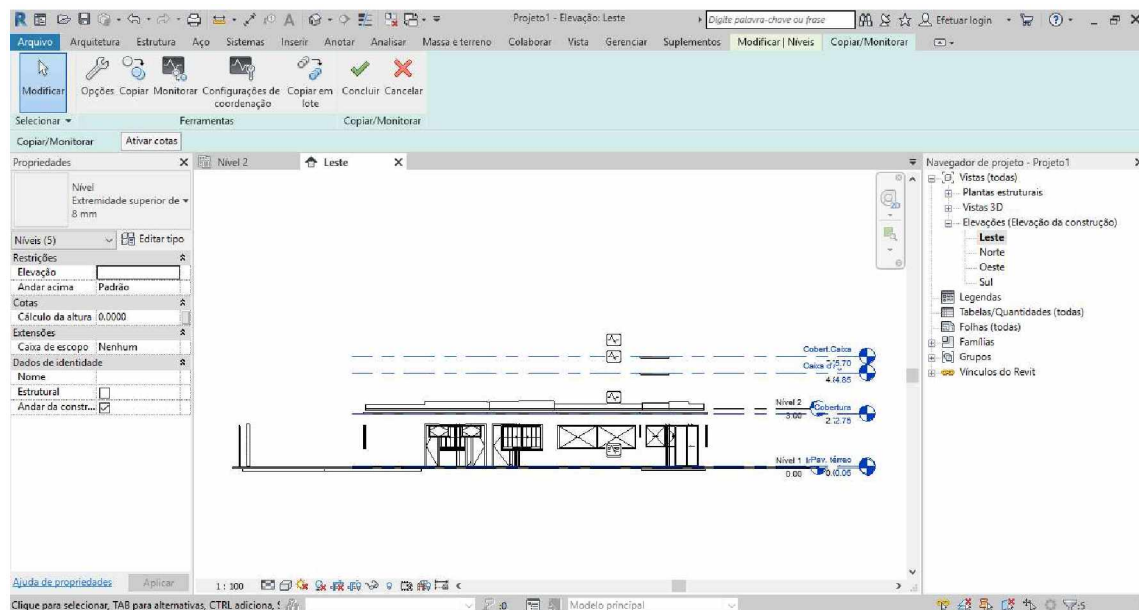
Figura 40 – Copiar múltiplos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após efetuar esse procedimento, clique novamente no “Copiar/Monitorar” e conclua no “Concluir” verde (Figura 41).

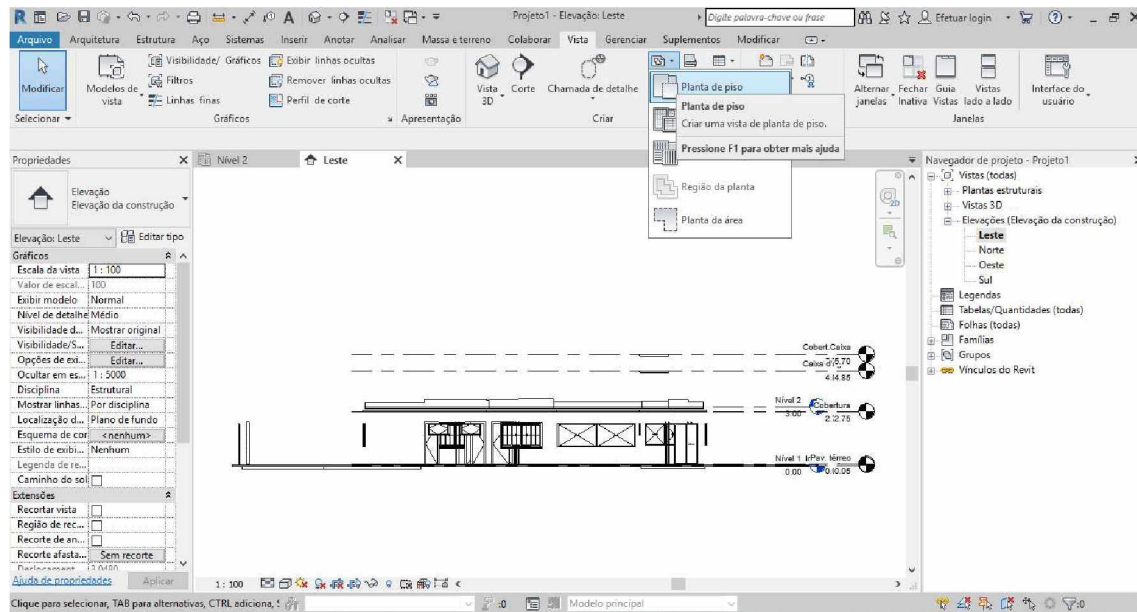
Figura 41- Concluir vinculação



Fonte: Próprio autor, (2019).

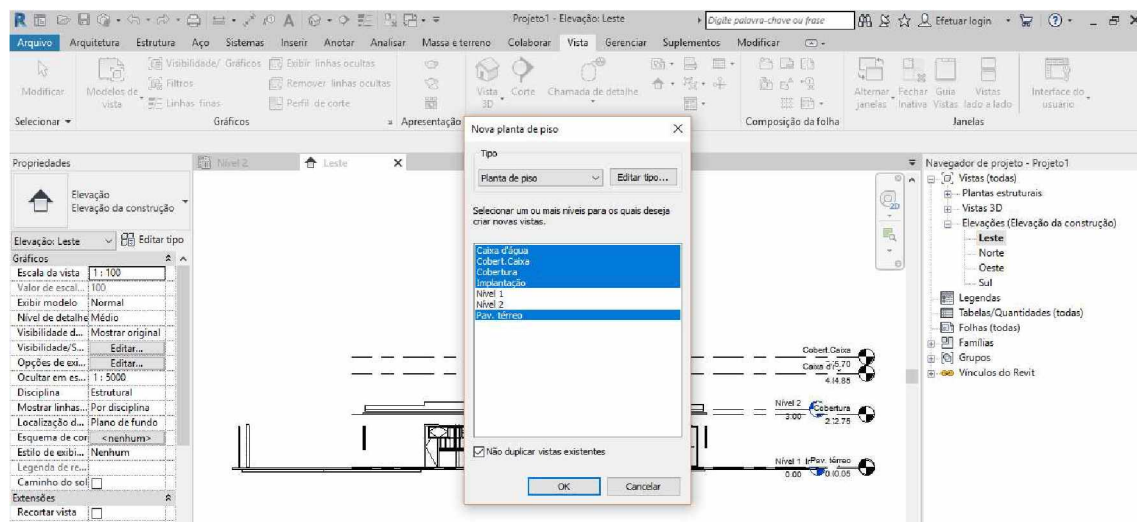
O próximo passo será no menu “Vista”, selecione a opção “Planta de piso” e em seguida, os níveis que foram vinculados anteriormente, como pode-se observar nas Figuras 42 e 43, respectivamente.

Figura 42 – Plantas de piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

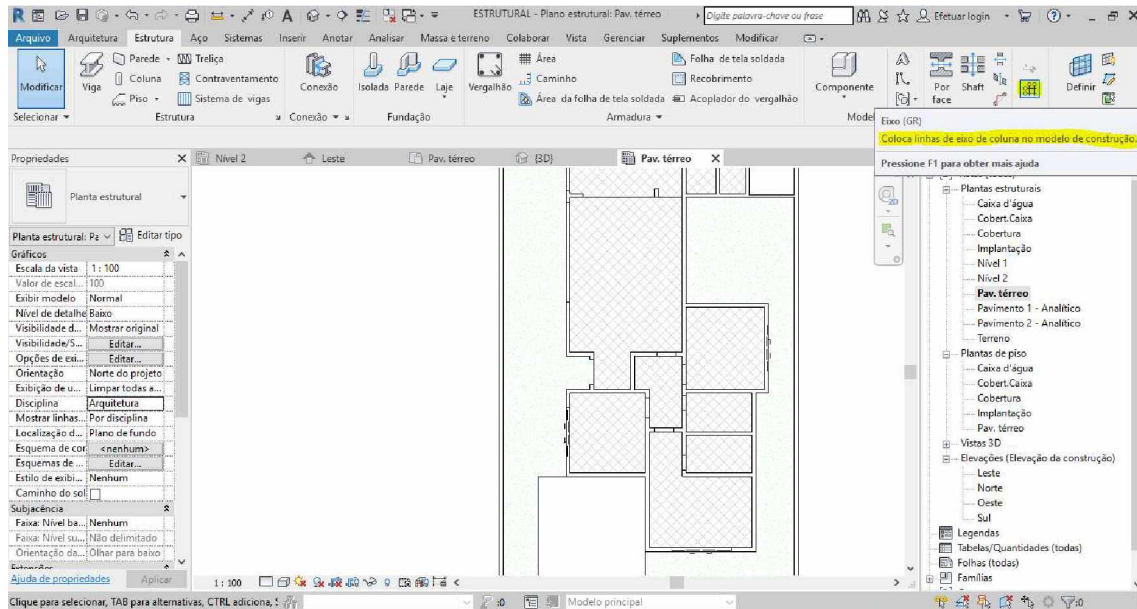
Figura 43 – Selecionar plantas de piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

Repita o procedimento selecionando “Plantas estruturais”. O passo seguinte, será a definição dos eixos de projeto. No menu “Estrutura”, selecione a ferramenta “Eixo (GR)”, conforme Figura 44.

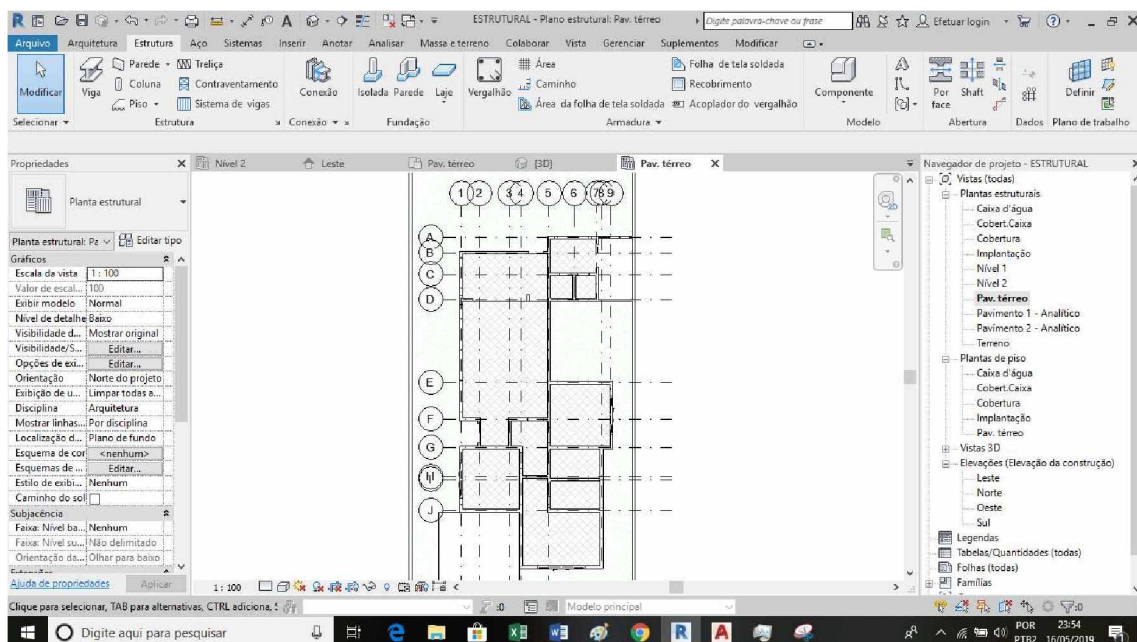
Figura 44 – Criar eixos



Fonte: Próprio autor, (2019).

É possível editar o nome do eixo clicando duas vezes sobre o número. Observação: para alterar entre a visualização dos elementos arquitetônicos e estruturais, basta alterar o campo de “Disciplina” no menu “Propriedades” (Figura 45).

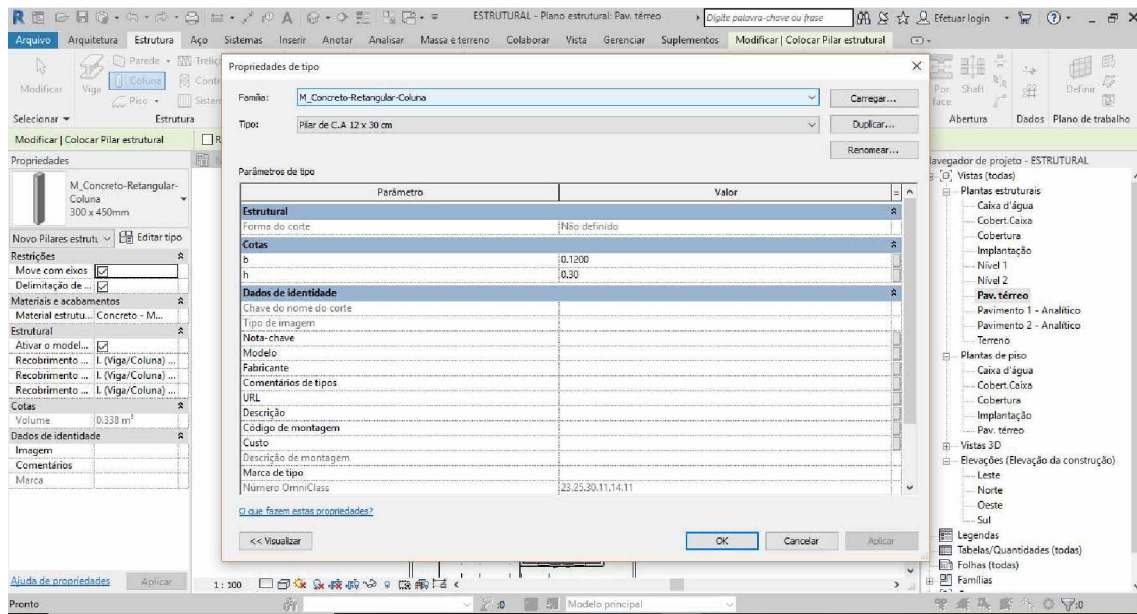
Figura 45 – Alterar visualização por disciplina



Fonte: Próprio autor, (2019).

Finalizado o posicionamento dos eixos, no menu “Estrutura”, selecione a opção “Coluna” e entre no menu “Editar tipo”. No modelo, definiu-se a utilização de pilares de 12x30 cm. Criar o pilar com as dimensões desejadas, de maneira similar à explicada no módulo de arquitetura e, posicione-o conforme o projeto (Figura 46).

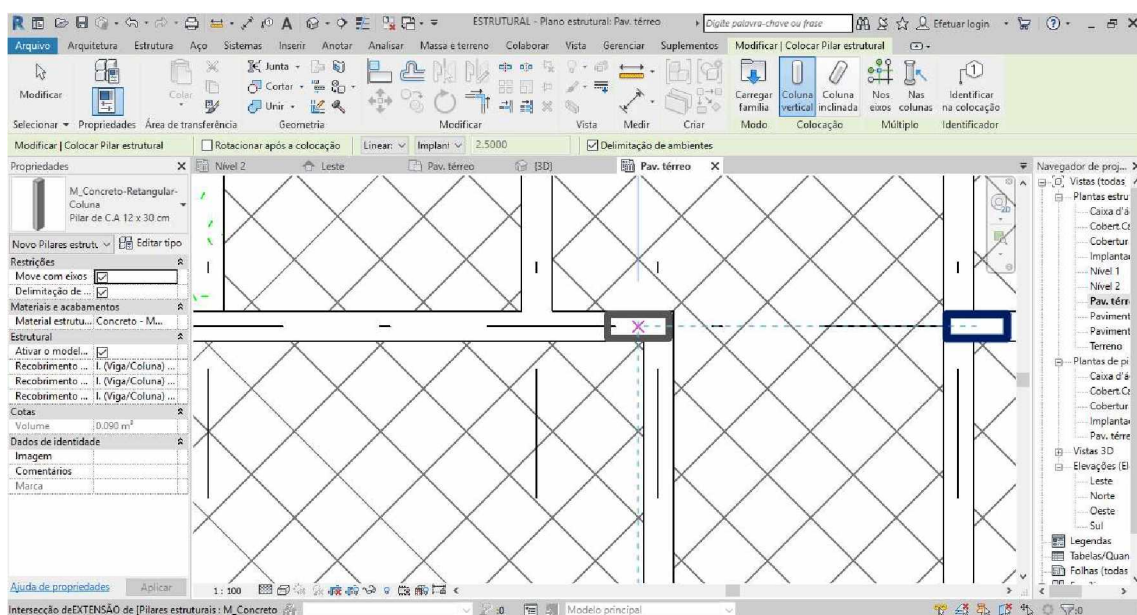
Figura 46 – Editar o pilar



Fonte: Próprio autor, (2019).

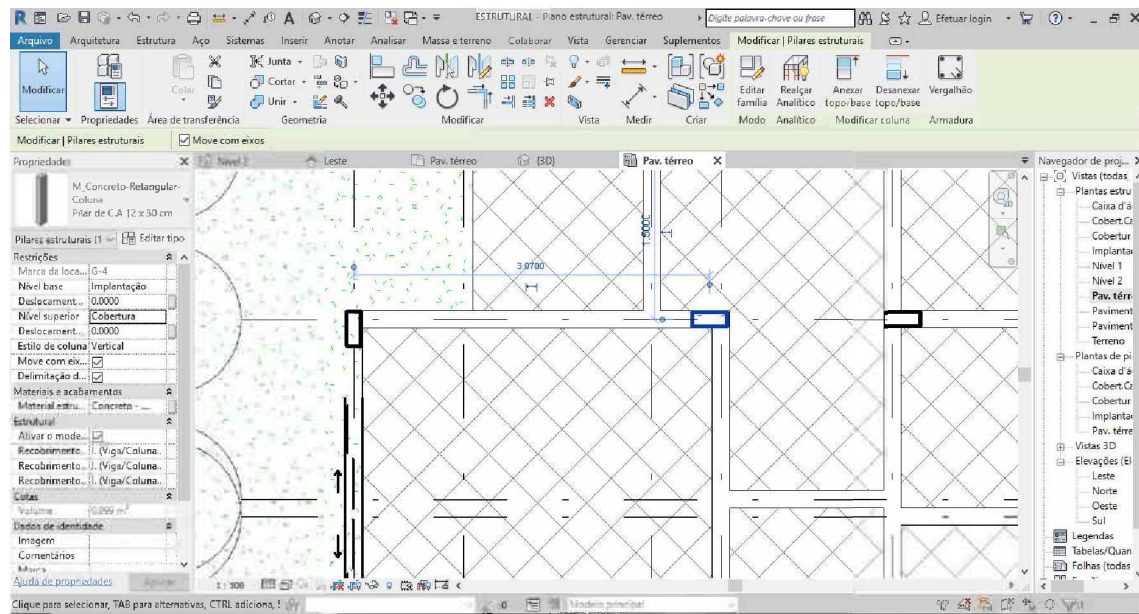
Lembre-se de ajustar o nível de base e de topo dos pilares no momento da sua locação, como pode-se observar nas Figuras 47 e 48.

Figura 47 – Inserindo os pilares



Fonte: Próprio autor, (2019).

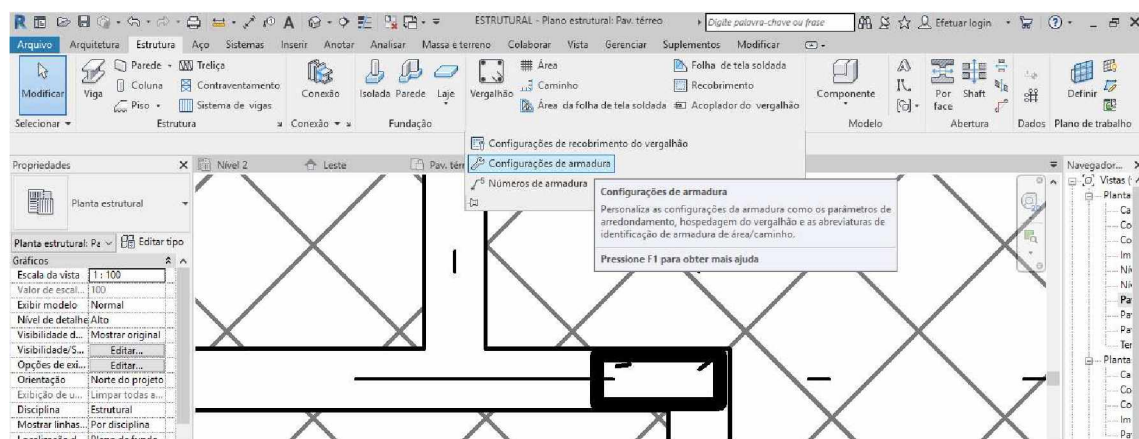
Figura 48 – Adicionar restrição de nível superior



Fonte: Próprio autor, (2019).

O menu, “Configurações da armadura”, encontra-se no menu “Estrutura”. Caso queira fazer alguma modificação antes de inserir suas armaduras, basta acessá-lo e fazer as configurações desejadas, conforme Figura 49.

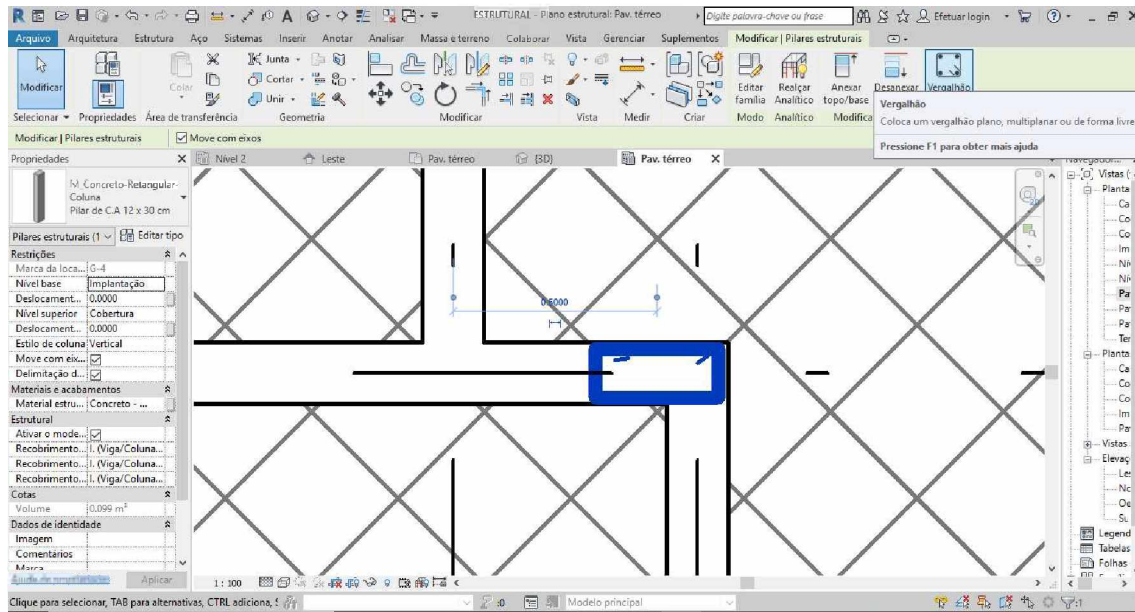
Figura 49 – Configurações da armadura



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para inserir as armaduras no pilar, clique no pilar desejado e selecione a opção “Vergalhão” (Figura 50).

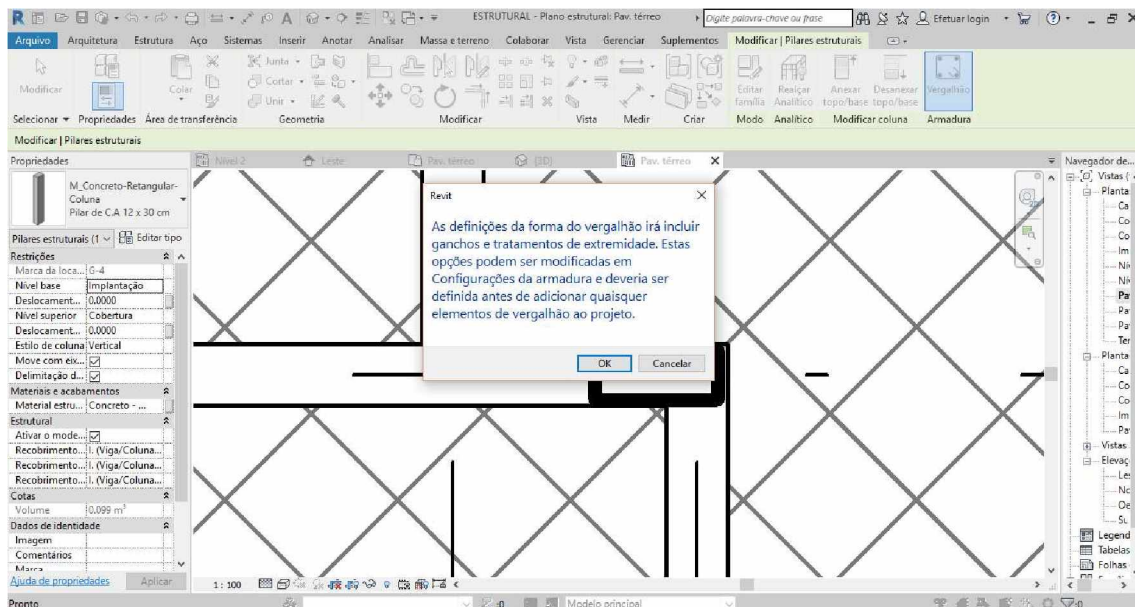
Figura 50 – Inserir armaduras



Fonte: Próprio autor, (2019).

A mensagem, ilustrada na Figura 51, irá aparecer. Clique em “Ok” se optar por utilizar as opções de *default* ou, se já configurou personalizado.

Figura 51 – Definições de vergalhão



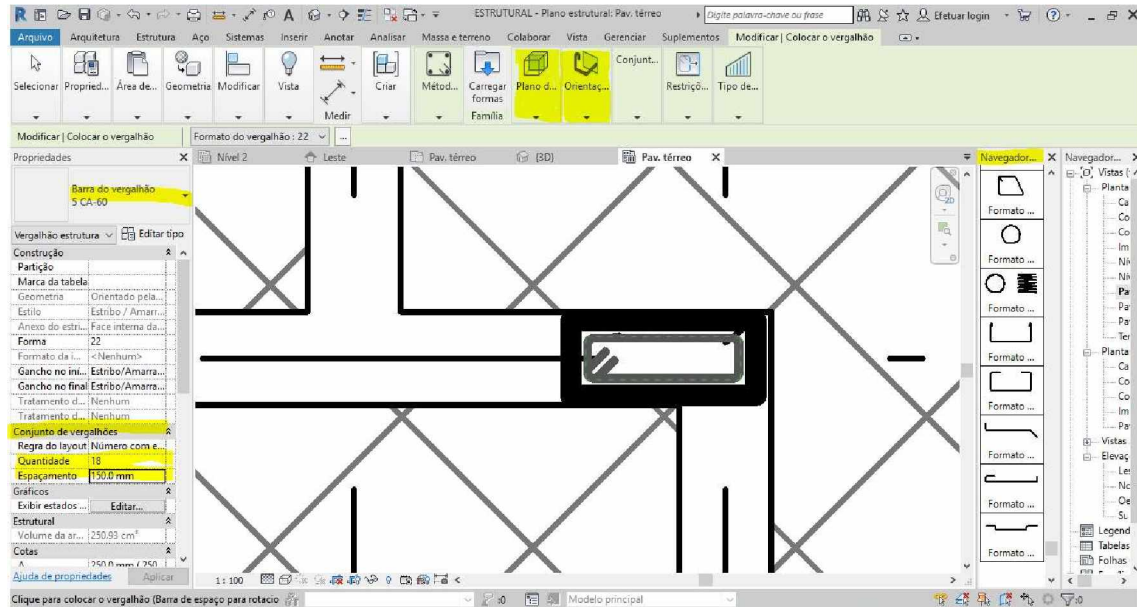
Fonte: Próprio autor, (2019).

O menu “Navegador”, com várias tipologias de armadura, se abrirá automaticamente do lado direito da tela, onde será possível escolher o tipo de armadura que se deseja inserir. As funções de “Plano” e “Orientação” são utilizadas para alternar entre a colocação de armadura



no sentido transversal e longitudinal do elemento, enquanto no menu “Propriedades”, é possível alternar entre o tipo de aço, bitola, quantidade de barras e o espaçamento (Figura 52).

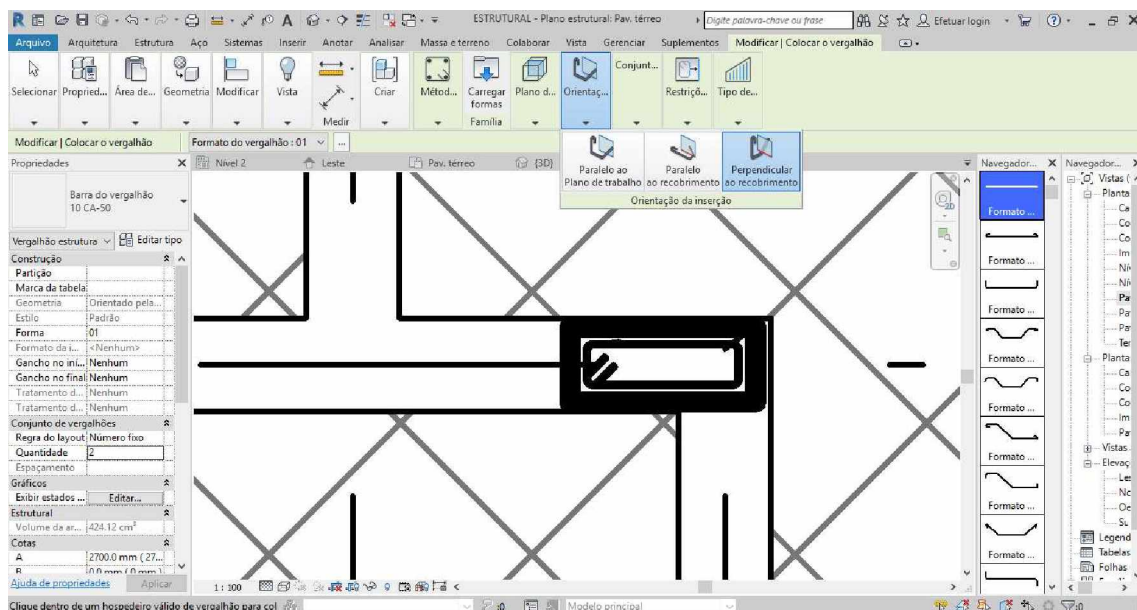
Figura 52 – Inserir armadura transversal



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para o posicionamento dos estribos, utiliza-se a orientação “Paralela ao plano de trabalho”, para a armadura longitudinal utiliza-se a orientação “Perpendicular”, como pode-se observar na Figura 53.

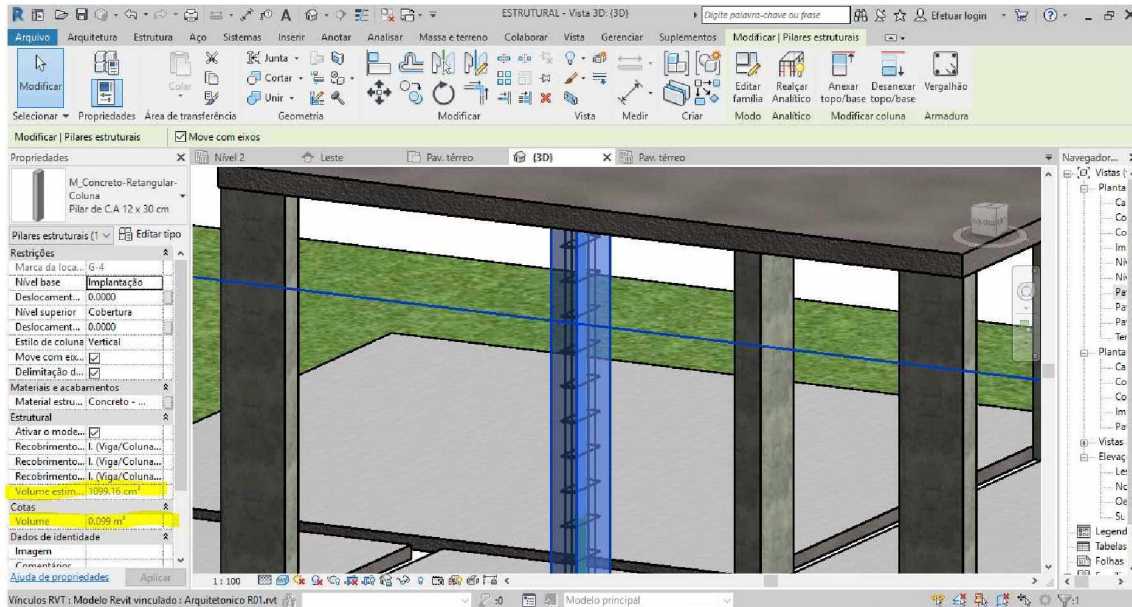
Figura 53 – Inserir armadura longitudinal



Fonte: Próprio autor, (2019).

Uma vez colocada as armaduras, o pilar está pronto e é possível visualizar a quantidade de aço e de concreto necessárias para aquele pilar como observa-se na Figura 54.

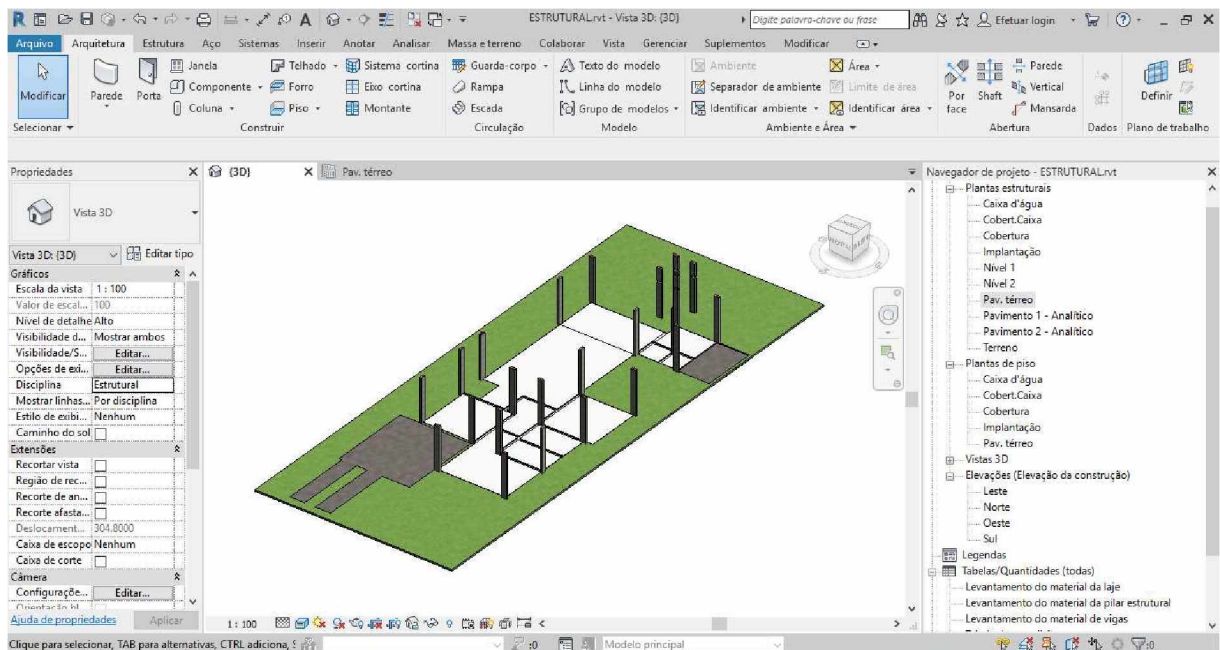
Figura 54 – Visualização do volume de armadura e concreto do pilar



Fonte: Próprio autor, (2019).

Insira a armadura em todos os pilares do projeto. Na figura 55 pode-se observar uma ampla perspectiva do projeto estrutural após a inserção dos pilares.

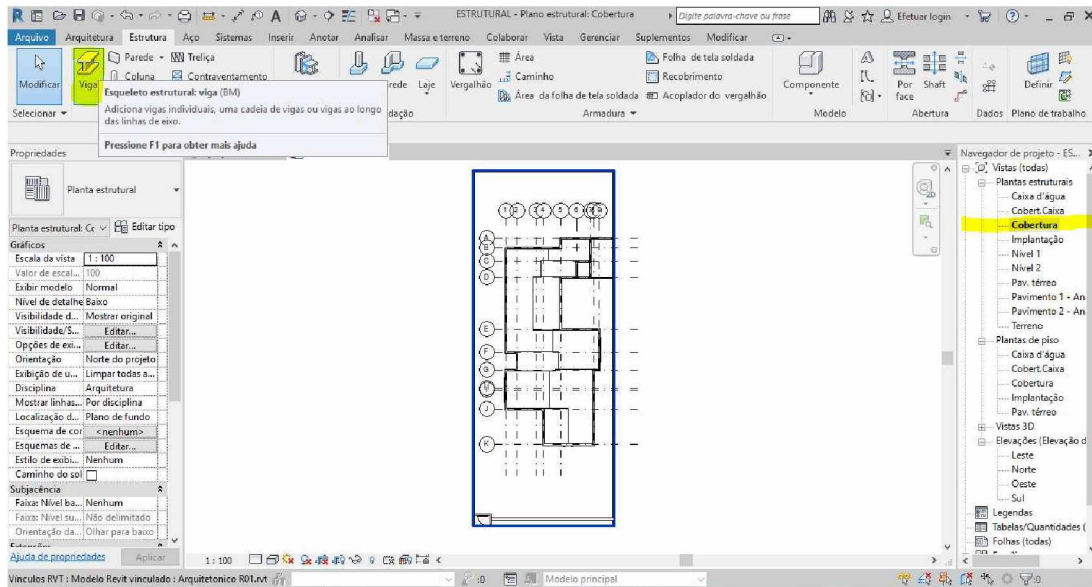
Figura 55 – Pilares inseridos



Fonte: Próprio autor, (2019).

O processo para inserção das vigas na estrutura é bem similar aos pilares. No menu “Navegador de Projeto” selecione a “Planta de cobertura”, onde as vigas serão inseridas e no menu “Estrutura”, selecione a ferramenta de “Vigas”.

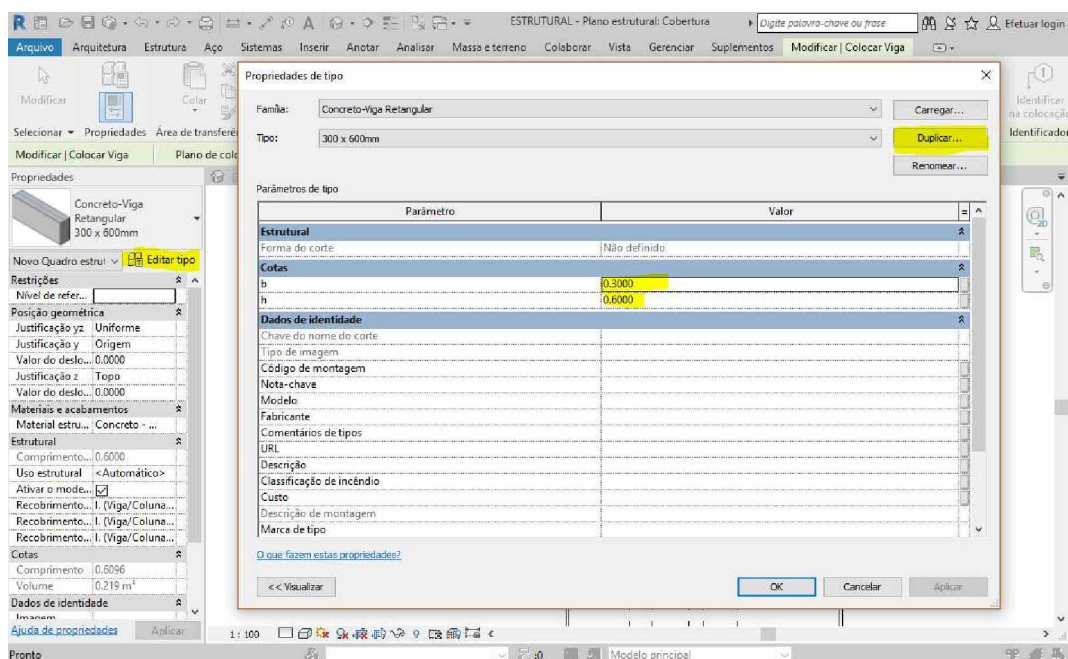
Figura 56 – Inserir vigas no modelo



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para criar a viga do material desejado e com as dimensões de projeto, utilize a ferramenta “Editar Tipo”, assim como foi feito para os itens anteriormente apresentados neste manual (Figura 57).

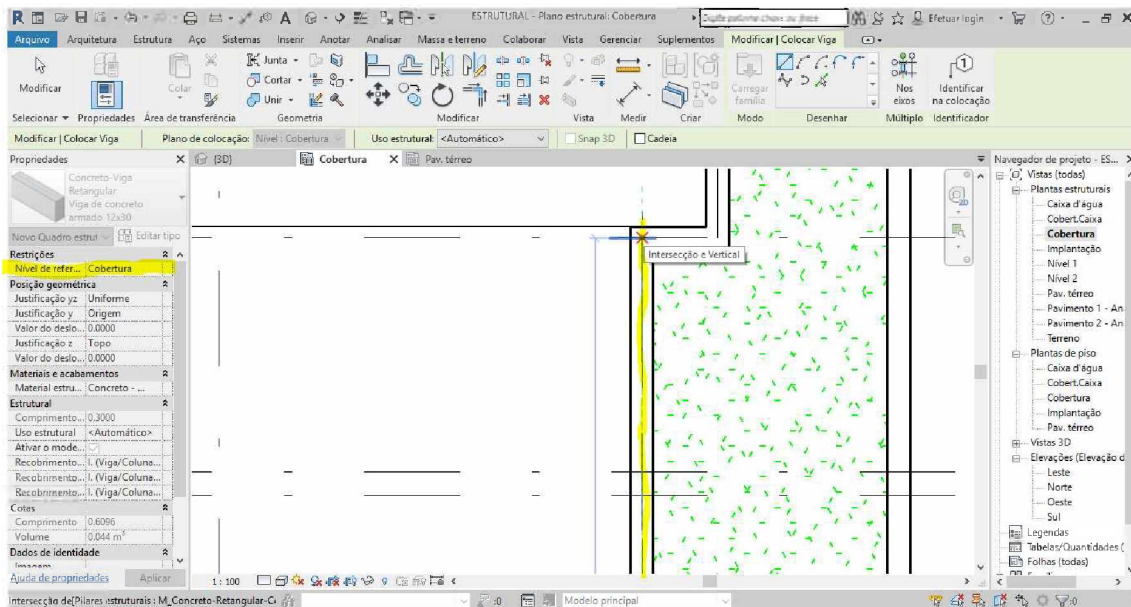
Figura 57 – Editar as características da viga



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para definir o traçado das vigas, basta fazer uma linha simples (não é necessário desenhar um retângulo, apenas uma linha referente ao eixo da viga), utilize os eixos criados anteriormente, como pode se observar na Figura 58. Repita esse processo para todas as vigas, lembrando sempre de ajustar as dimensões delas no menu, “Editar Tipo”.

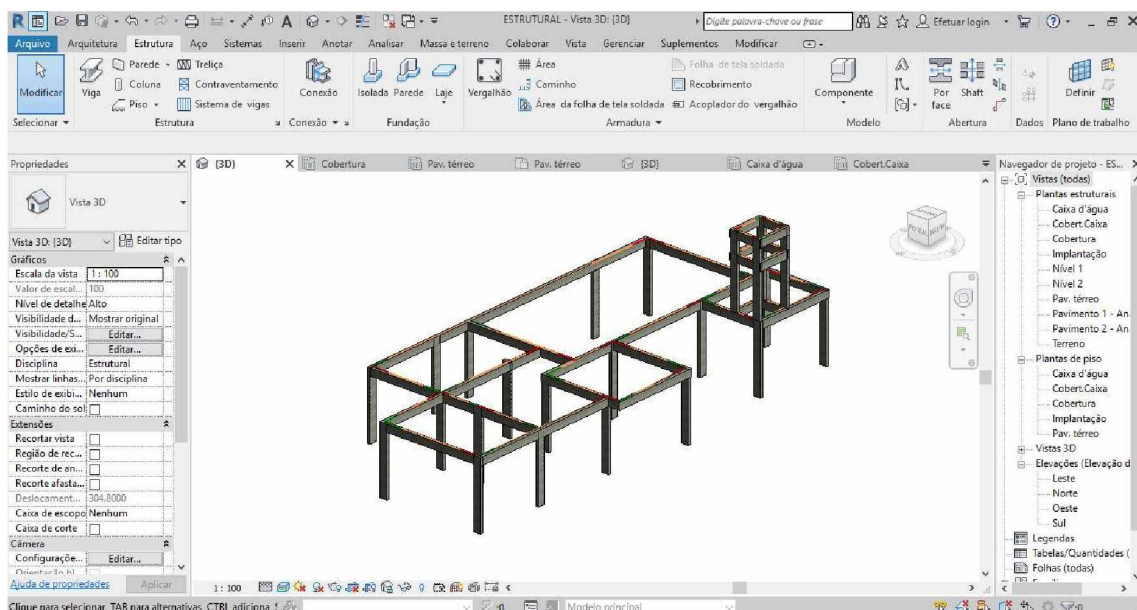
Figura 58 – Traçar o caminho das vigas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após terminar de locar todas as vigas da estrutura, como pode ser observado na Figura 59, se iniciará o processo de armação das mesmas.

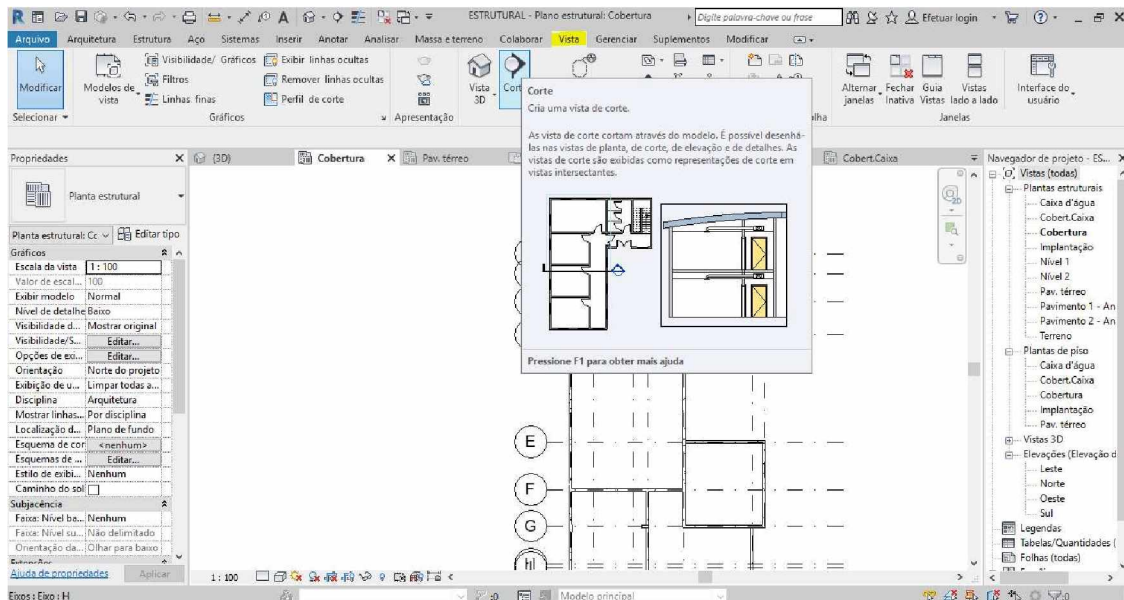
Figura 59 – Vigas inseridas



Fonte: Próprio autor, (2019).

A armação de vigas, diferentemente de pilares, possui variação da quantidade de armadura ao longo de seu comprimento. Diante disso, é necessária a criação de diferentes seções transversais de visualização para posicionamento dessas. Para tal necessidade, utiliza-se a ferramenta de “Cortes” localizada no menu “Vista”, como podemos observar na Figura 60.

Figura 60 – Ferramenta de corte

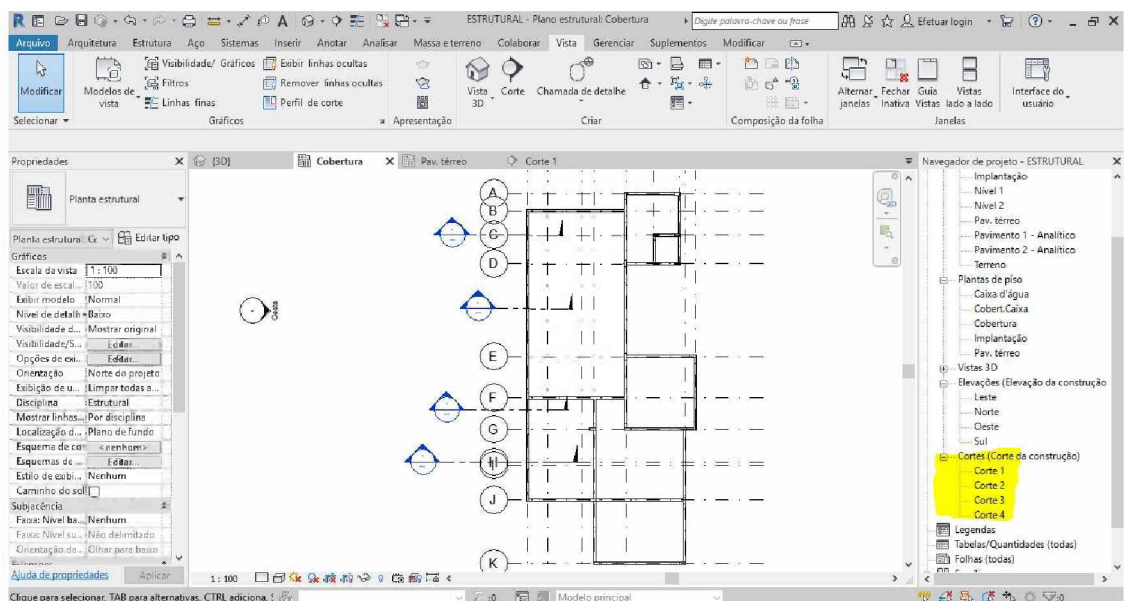


Fonte:

Próprio autor, (2019).

Trace os diferentes cortes necessários para a armação das diferentes seções da viga, como pode-se observar na Figura 61, para acessá-los basta utilizar o “Navegador de projetos”.

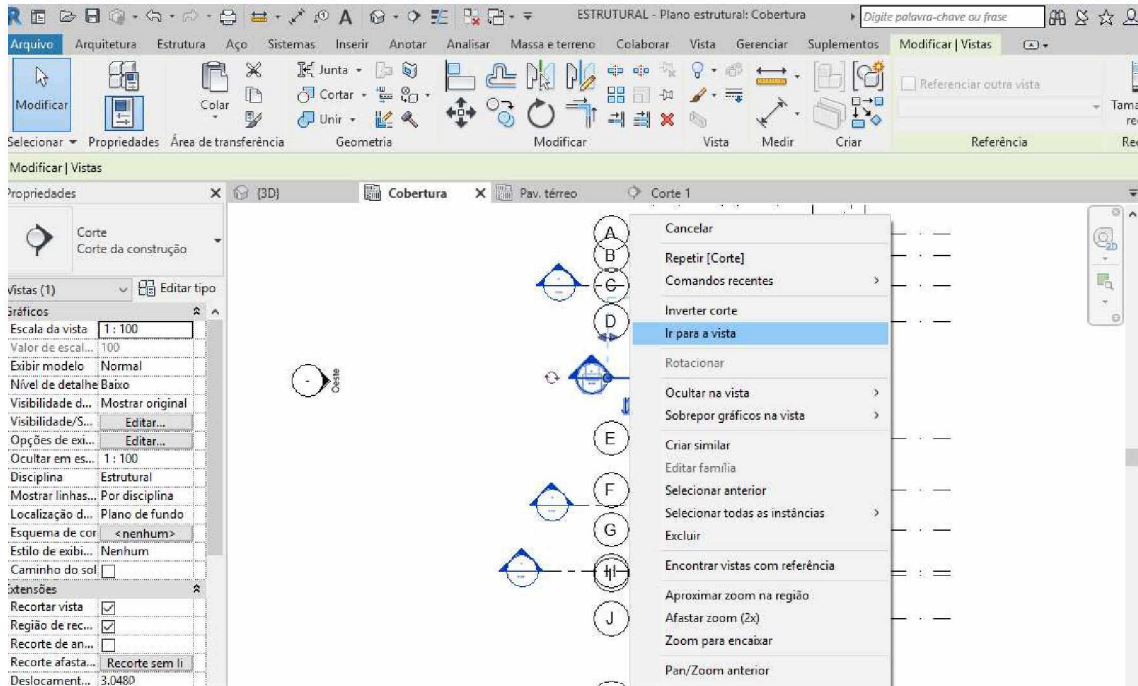
Figura 61 – Cortes transversais à viga



Fonte: Próprio autor, (2019).

Outra maneira de ir para a vista de corte, é clicar com o botão direito do mouse sobre o corte desejado e escolher a opção “Ir para a vista” (Figura 62).

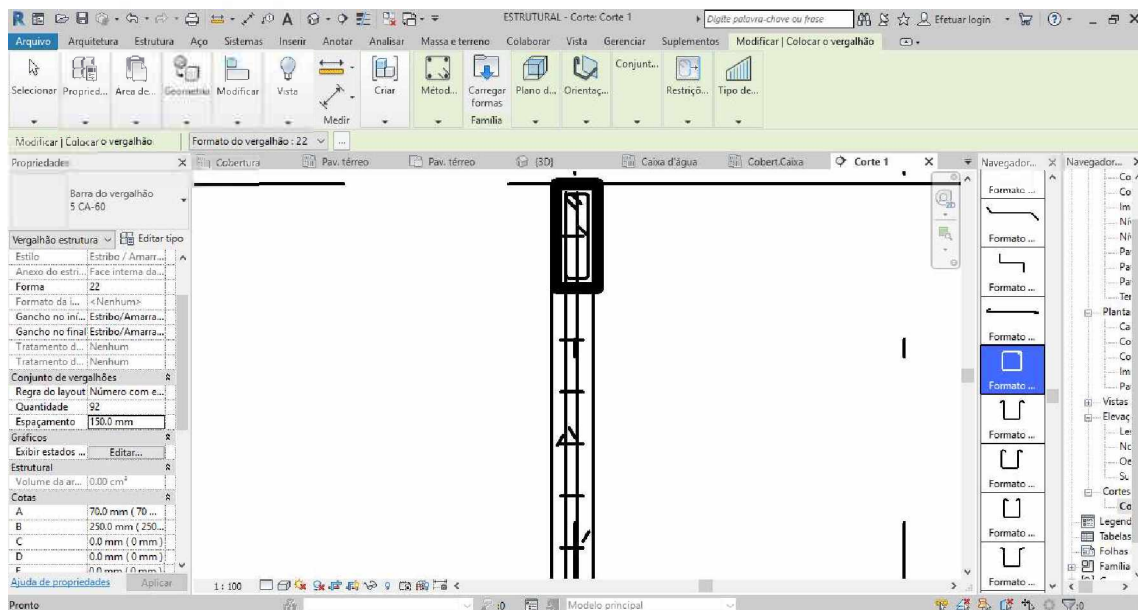
Figura 62 – Ir para a vista de corte



Fonte: Próprio autor, (2019).

Na vista de corte é possível utilizar a ferramenta “Vergalhão”, localizada no menu “Estrutura” e inserir as armaduras da mesma forma que foi feito em pilares, definindo o tipo de aço, diâmetro, e os espaçamentos necessários (Figura 63).

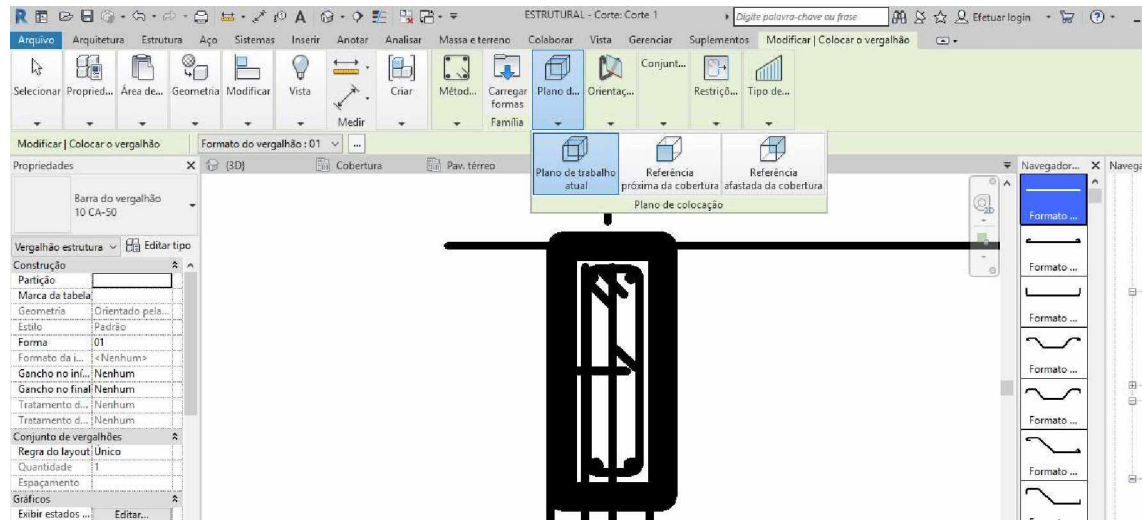
Figura 63 – Armadura transversal da viga



Fonte: Próprio autor, (2019).

Lembrando que para alternar entre armadura transversal e longitudinal, basta utilizar as ferramentas “Plano de Trabalho” e “Orientação da armadura” (Figura 64).

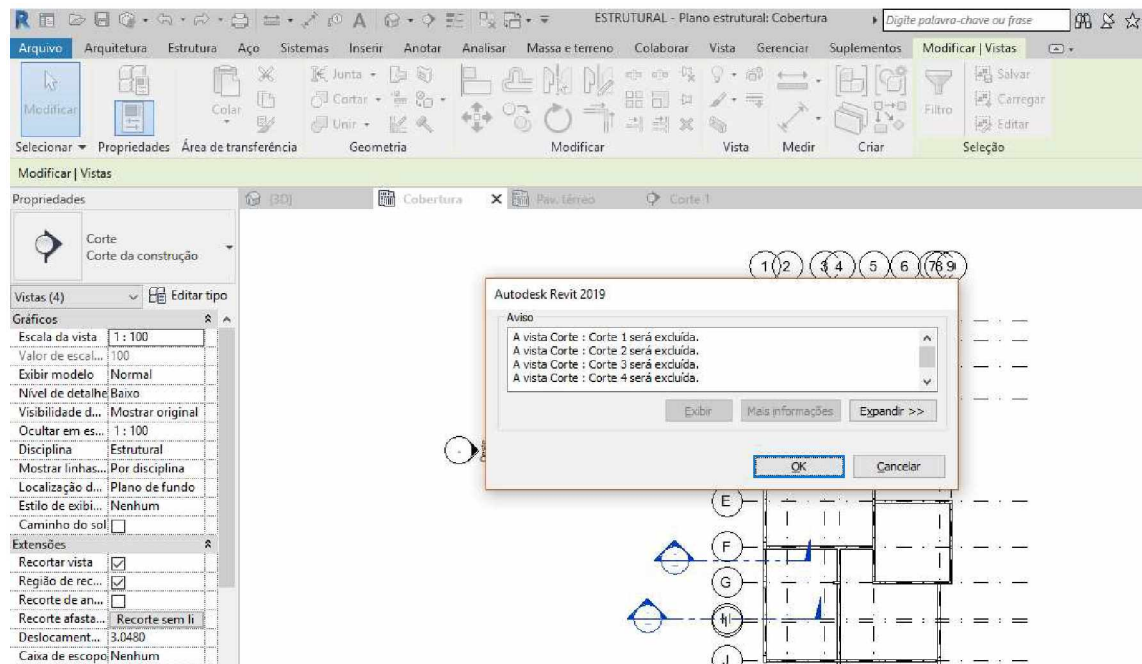
Figura 64 – Armadura longitudinal da viga



Fonte: Próprio autor, (2019).

É importante ressaltar que, os cortes auxiliares traçados para inserção de armaduras nas seções transversais, podem ser apagados após finalizar os trabalhos em uma viga. Para isso, basta clicar sobre o corte desejado e apertar “Delete” (Figura 65).

Figura 65 – Excluindo os cortes auxiliares

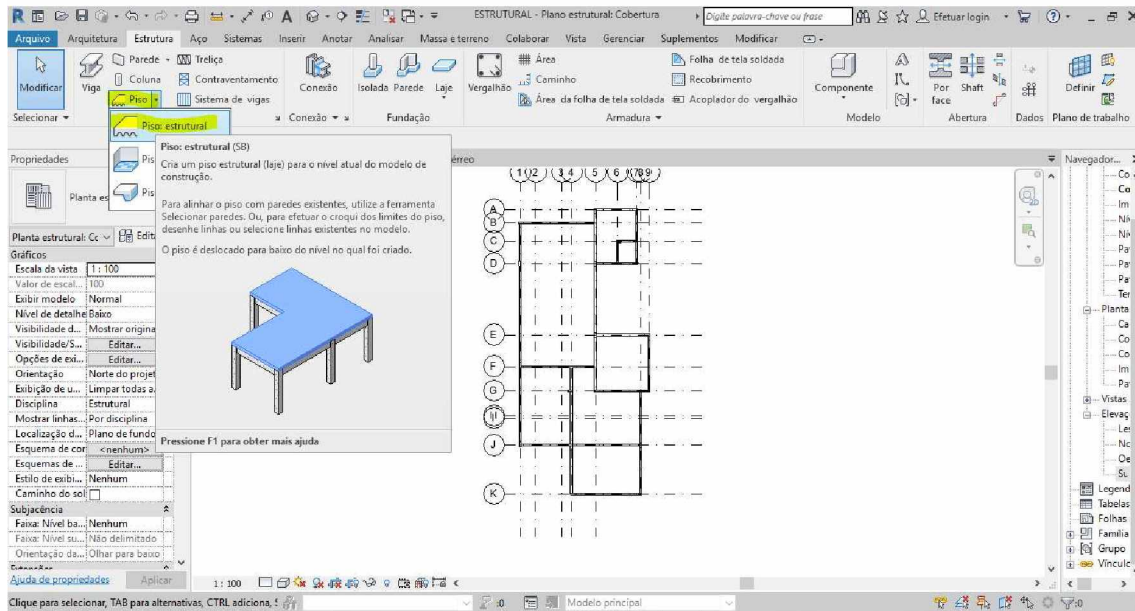


Fonte: Próprio autor, (2019).

Repita todo o processo para as diferentes vigas e seções do projeto. Finalizada a colocação de todas as armaduras, o próximo passo é a inserção da laje.

No menu Estrutura selecione a opção de Piso Estrutural (Figura 66).

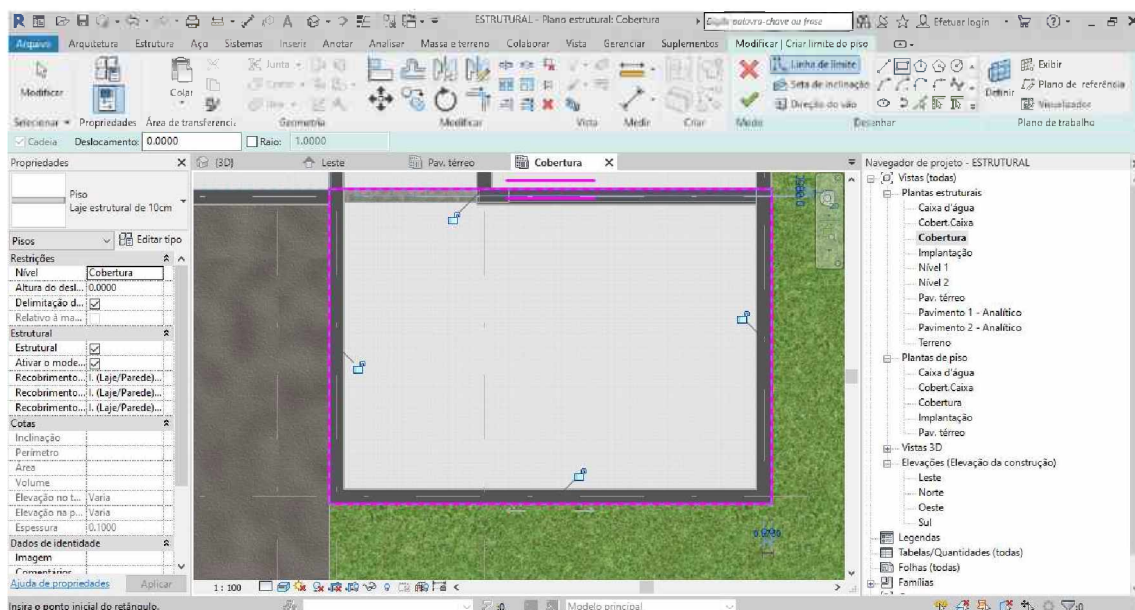
Figura 66 – Piso estrutural (Laje)



Fonte: Próprio autor, (2019).

O processo de inserção da laje é idêntico ao de piso, com exceção ao nível em que o mesmo será inserido, “Cobertura” (Figura 67).

Figura 67 – Desenhar o perímetro da laje

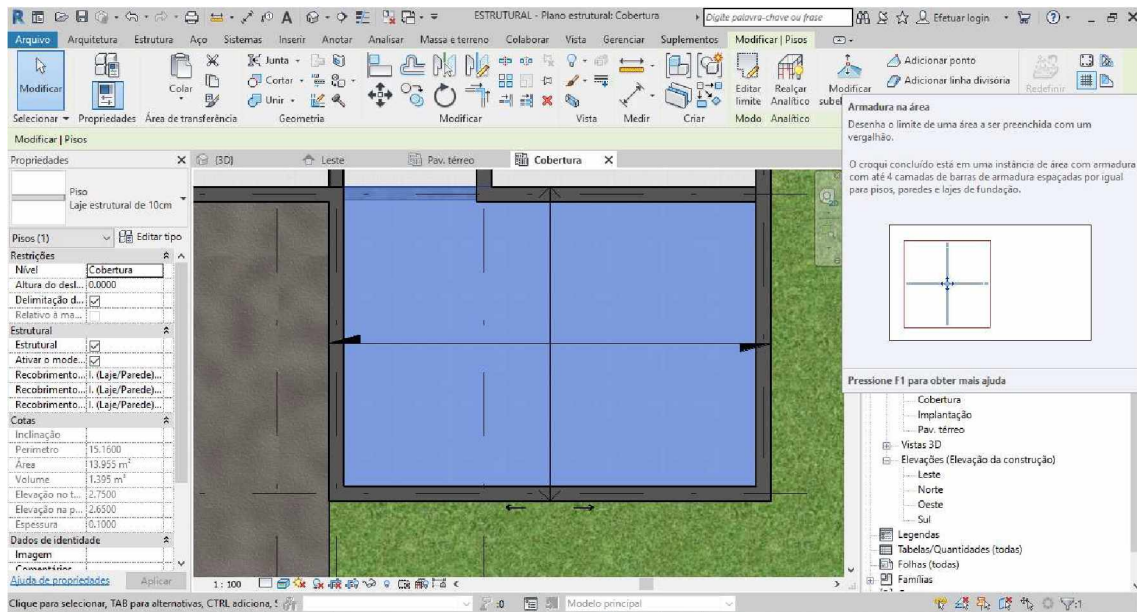


Fonte: Próprio autor, (2019).



Repita esse processo para as lajes, de maneira a criar lajes independentes, separadamente. Após criar a laje, no menu “Modificar”, selecione a opção “Armadura na área” (Figura 68).

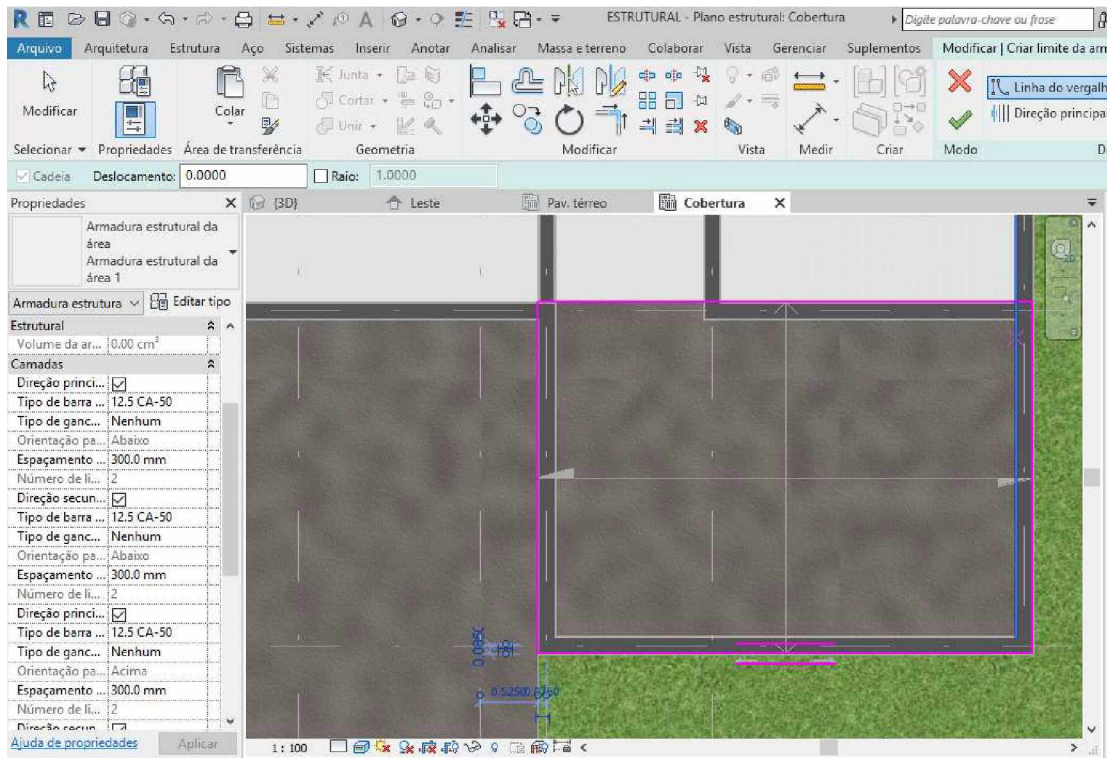
Figura 68 – Armadura da laje



Fonte: Próprio autor, (2019).

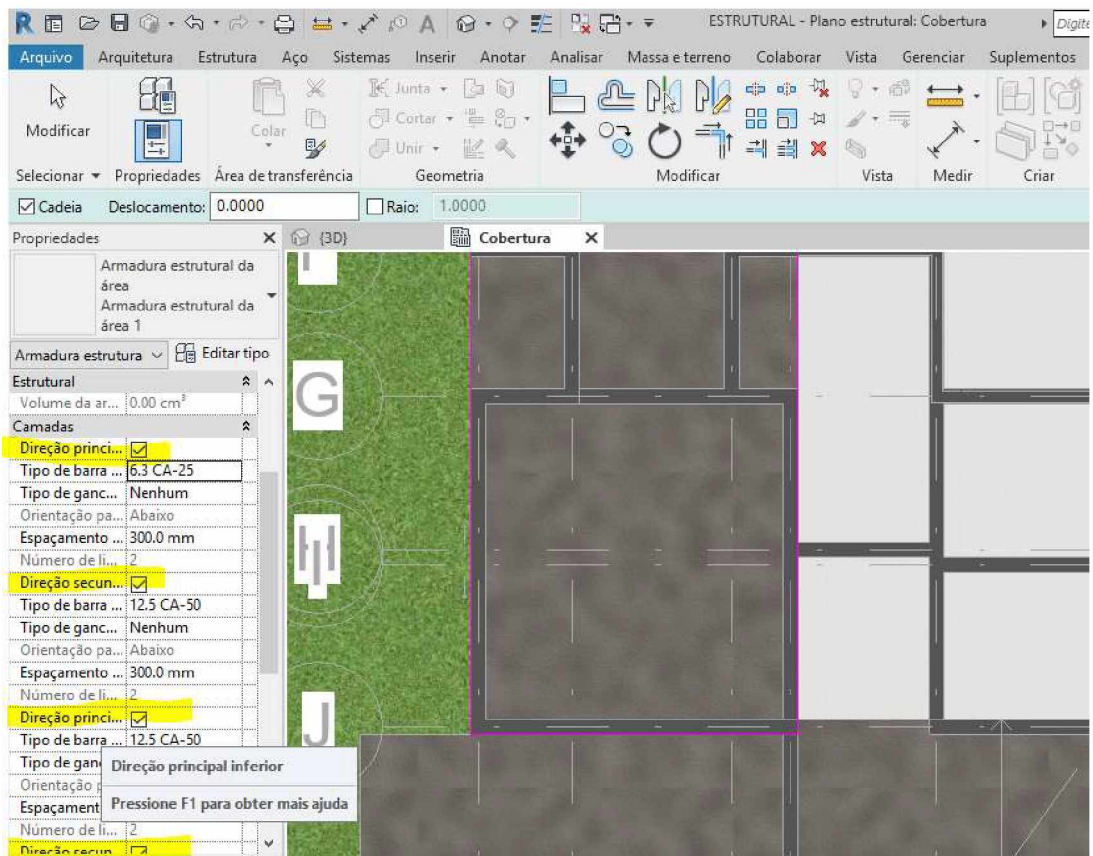
Após clicar em “Armadura na área”, deve-se traçar o perímetro da área na qual a armadura será inserida. Além disso, no menu “Propriedades” é possível escolher o tipo, diâmetro e espaçamentos das barras nas direções principal e secundária, tanto para armadura superior quanto para a inferior, como pode-se observar nas Figuras 69 e 70.

Figura 69 – Perímetro de armação



Fonte: Próprio autor, (2019).

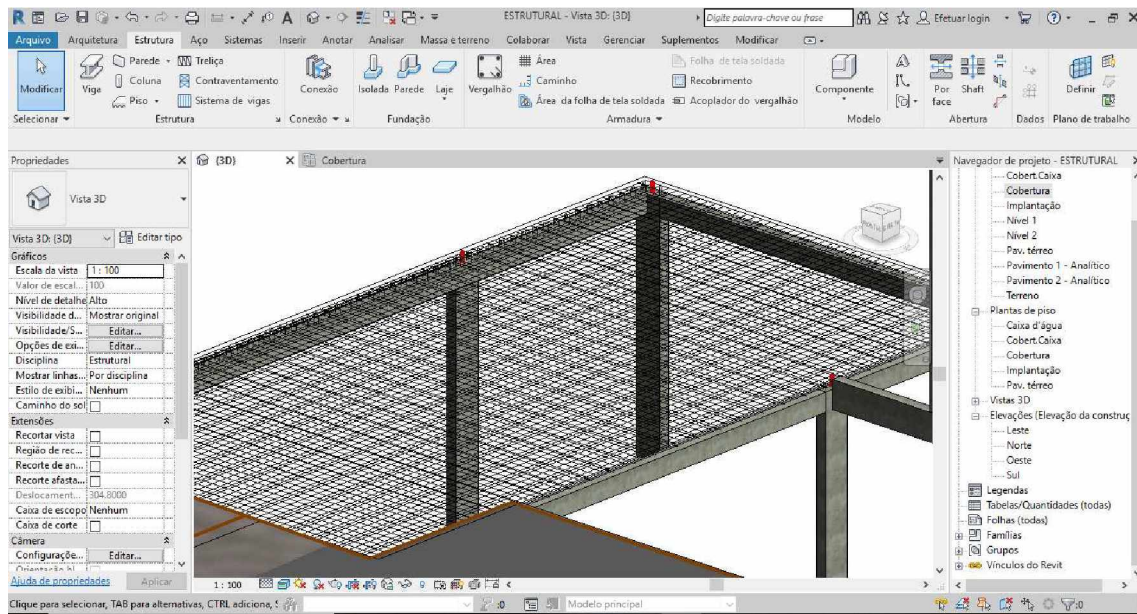
Figura 70 – Propriedades das armaduras da laje



Fonte: Próprio autor, (2019).

Devido aos procedimentos listados anteriormente, é que se dá a importância de as lajes serem criadas separadamente. Observação: para alterar a direção principal da laje, basta clicar na lateral que você deseja e seleciona-la como direção principal. Na Figura 71, é possível observar as armaduras no interior da laje da sala/cozinha.

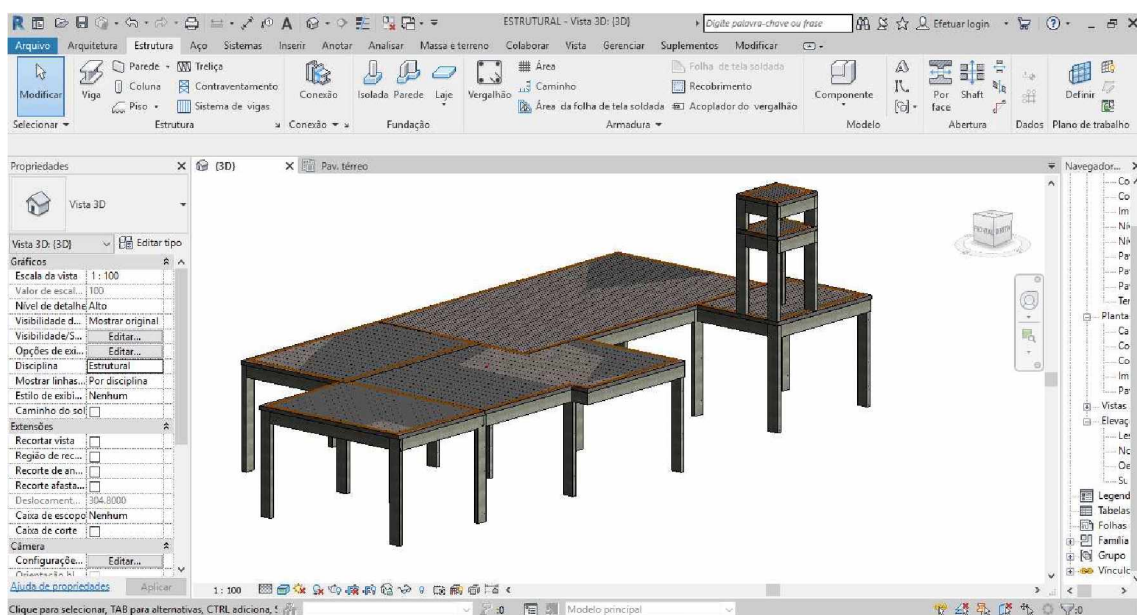
Figura 71 – Armaduras da laje da sala/cozinha



Fonte: Próprio autor, (2019).

Repita os procedimentos citados anteriormente para todas as lajes. Com isso o projeto estrutural é finalizado, como pode ser observado na Figuras 72.

Figura 72 – Projeto estrutural finalizado

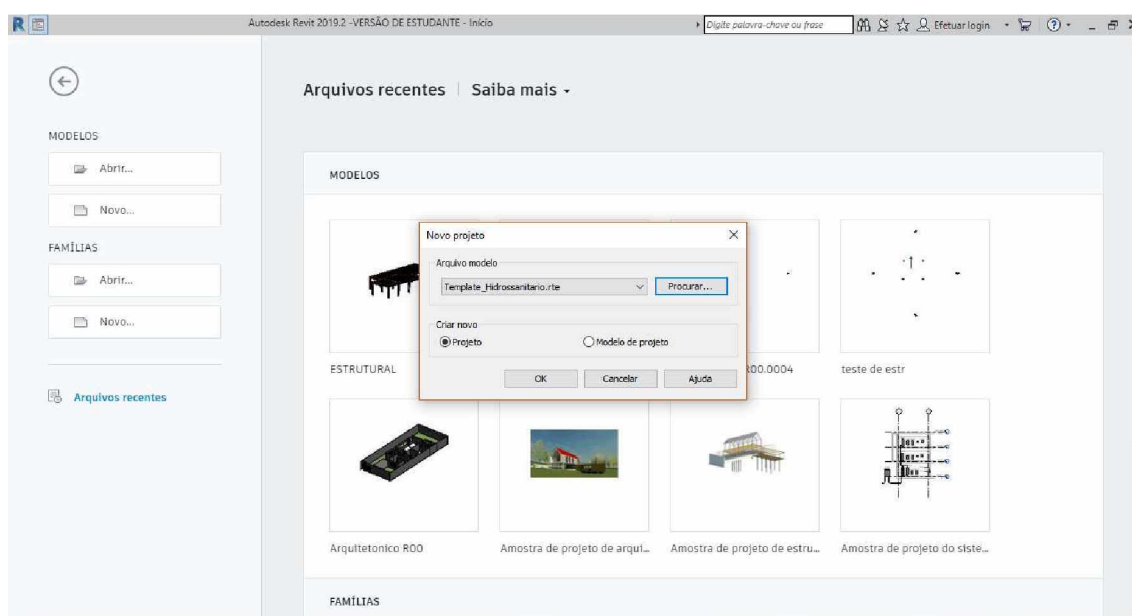


Fonte: Próprio autor, (2019).

### 4.3 Projeto Hidrossanitário

Similar ao processo realizado para o projeto Estrutural, abra novamente o Revit e selecione a opção “Novo modelo”. É importante dizer que para a elaboração do projeto hidrossanitário foi utilizado um *Template*. *Templates* são modelos pré-configurados que auxiliam no desenvolvimento do projeto e podem ser criados ou adquiridos de *sites* especializados na internet (Figura 73).

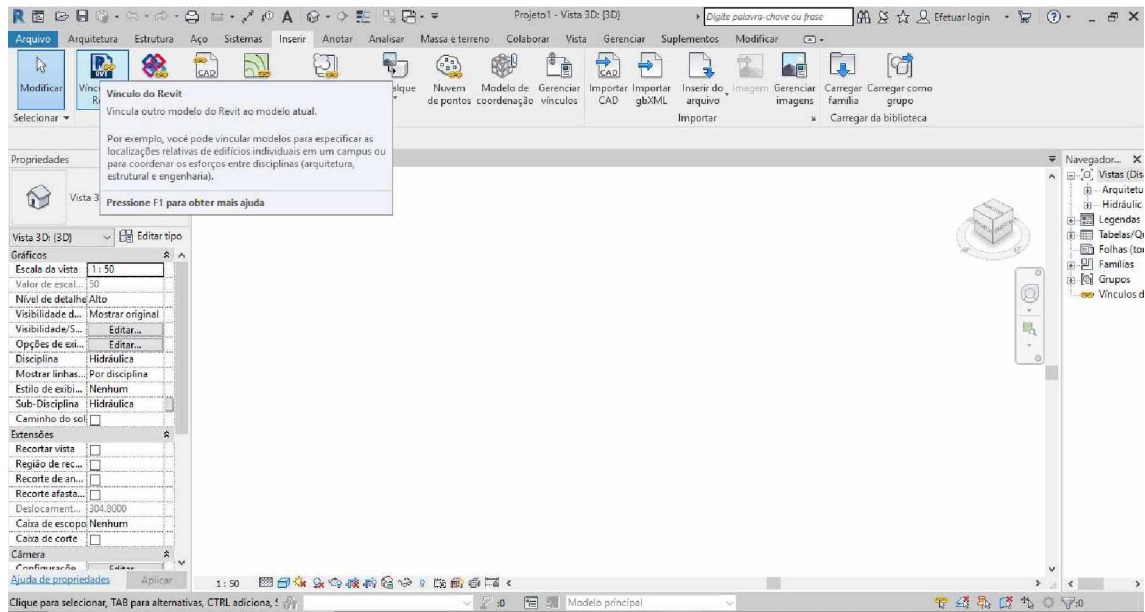
Figura 73 – Template hidrossanitário



Fonte: Próprio autor, (2019).

A próxima etapa é executar a vinculação do novo projeto hidrossanitário ao projeto arquitetônico. O projeto arquitetônico é o que se pode chamar de projeto base, pois serve de suporte para todos os outros. Para realizar a vinculação no menu “Inserir”, selecione a opção “Vínculo do Revit” (Figura 74).

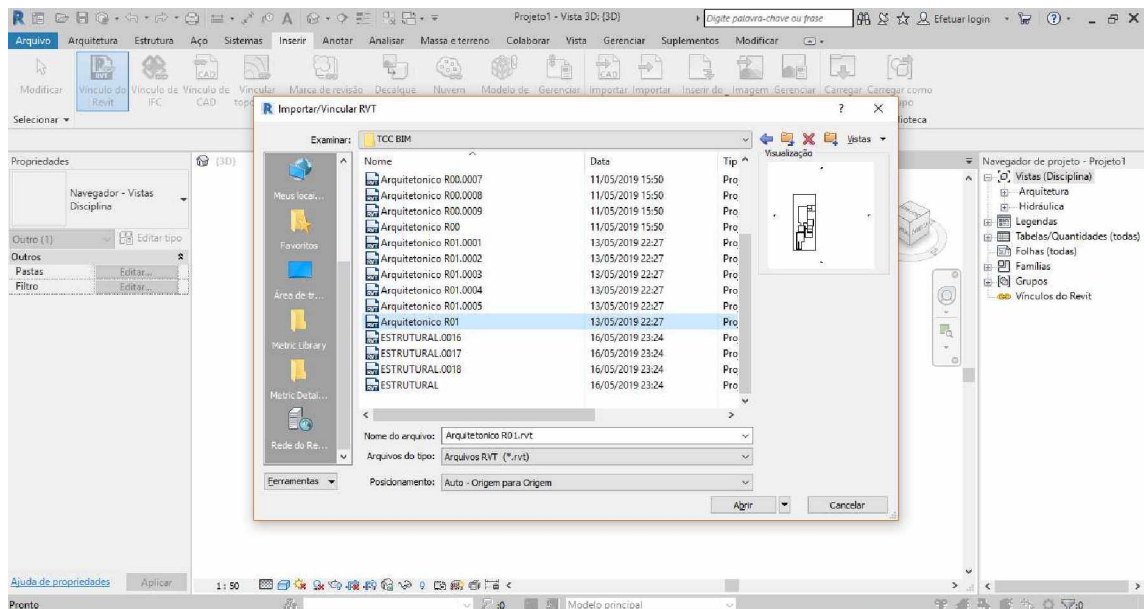
Figura 74 – Inserir vínculo do Revit



Fonte: Próprio autor, (2019).

Selecione o projeto arquitetônico e clique em “Abrir” (Figura 75).

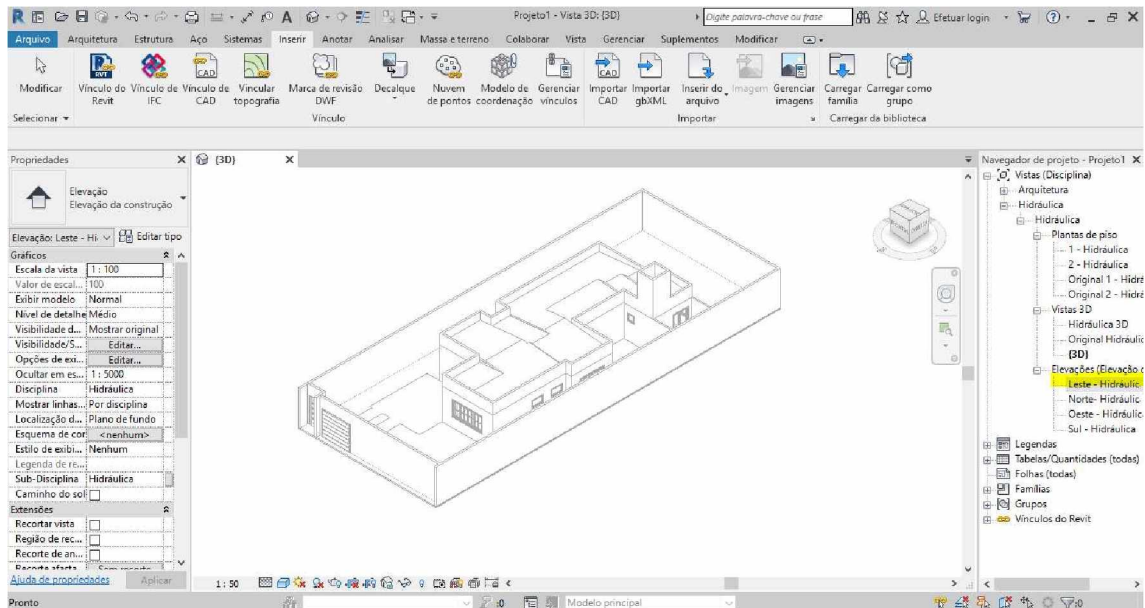
Figura 75 - Selecionar o projeto arquitetônico



Fonte: Próprio autor, (2019).

Abra o menu “Navegador de projeto” e selecione uma elevação (Figura 76).

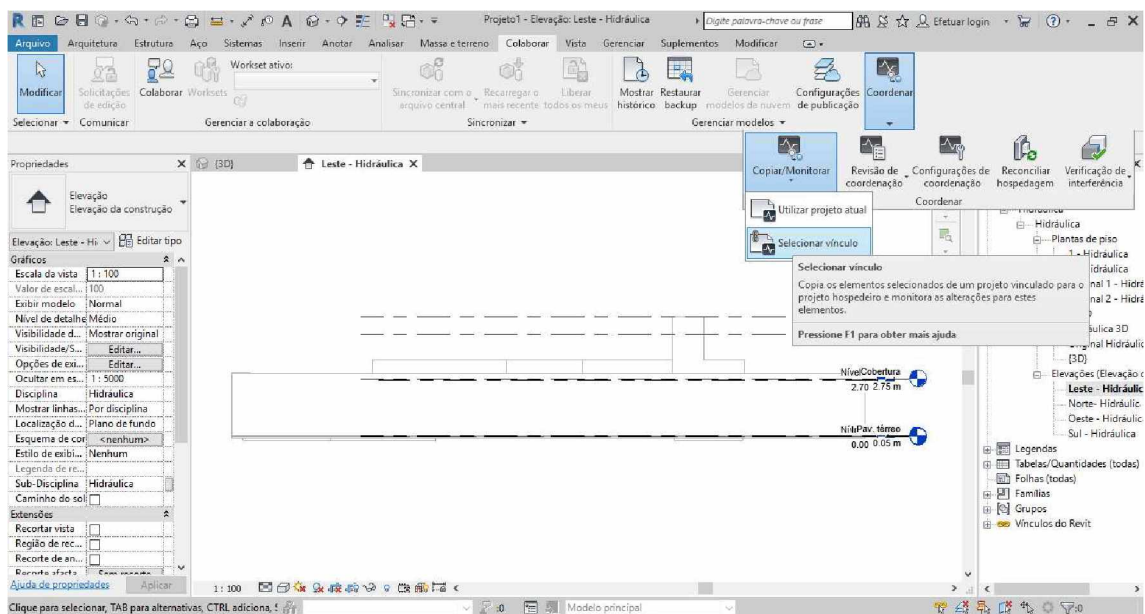
Figura 76 – Navegador de projeto



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Colaborar”, selecione a ferramenta “Coordenar”, depois “Copiar/Monitorar” e “Selecionar vínculo” (Figura 77).

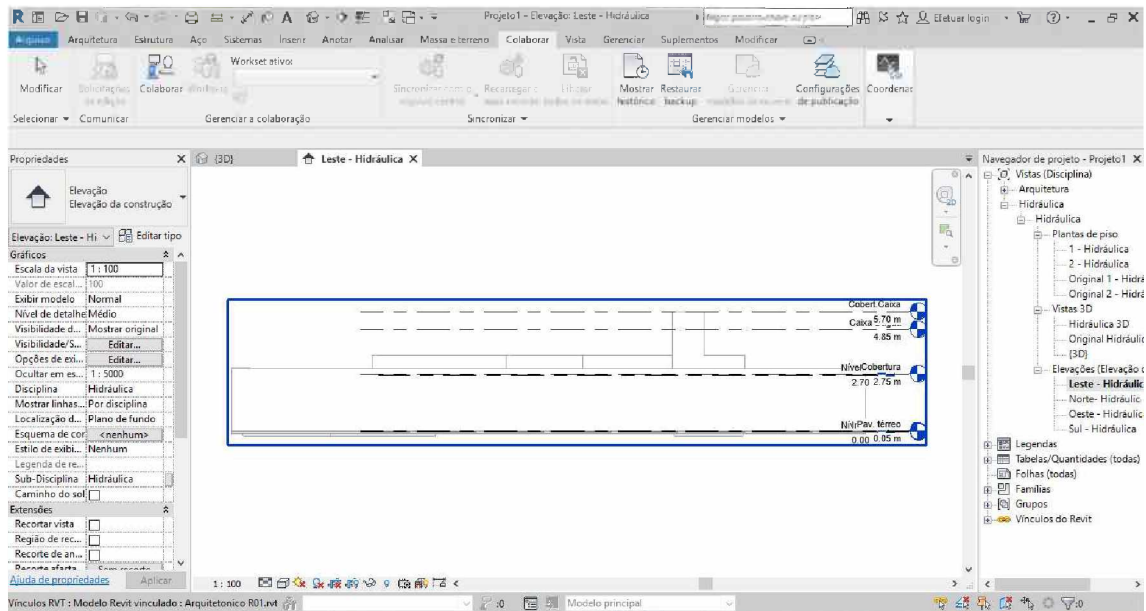
Figura 77 - Selecionar vínculo



Fonte: Próprio autor, (2019).

Selecione a maquete, como pode-se observar na Figura 78.

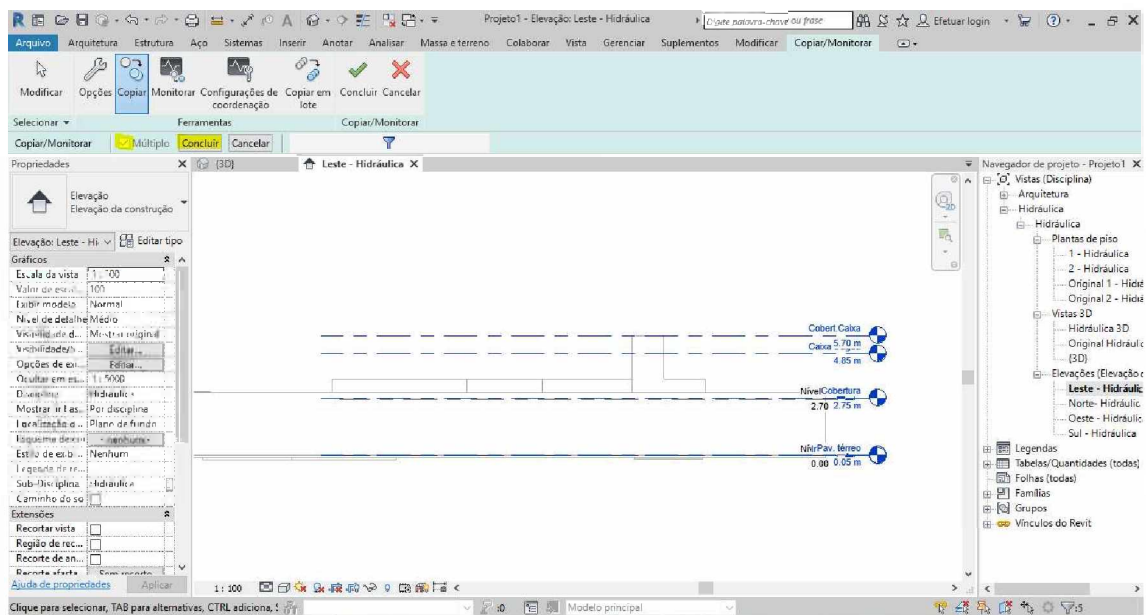
Figura 78 – Selecionar a maquete



Fonte: Próprio autor, (2019).

Clique em “Copiar”, marque a opção de “Múltiplos”, selecione os níveis e clique em “Concluir” (próximo à opção de “Múltiplos”, não clicar no “Concluir” verde), Figura 79.

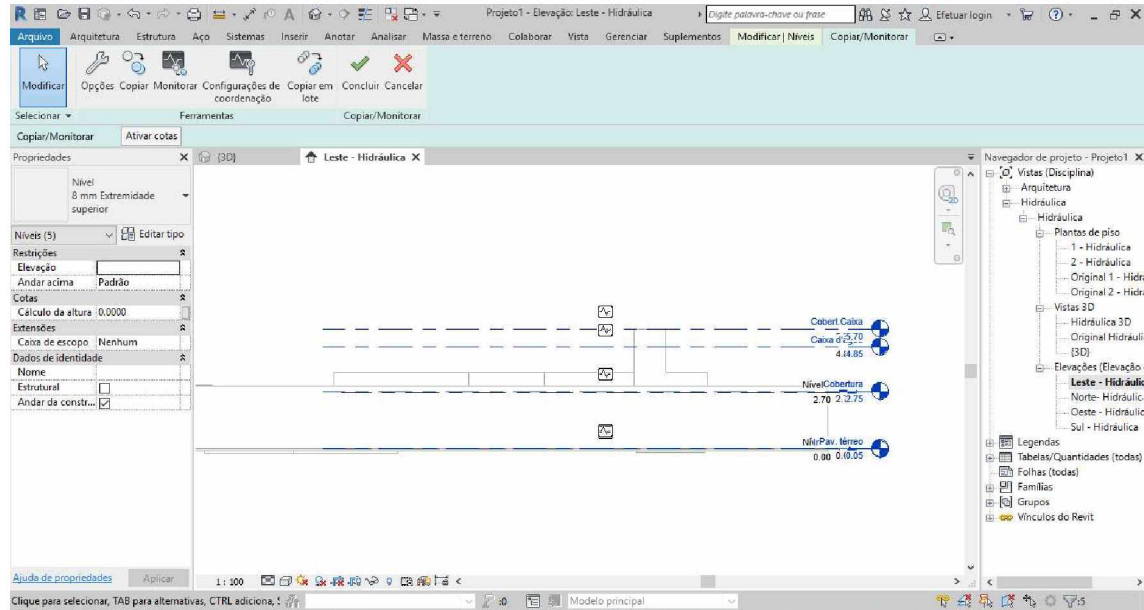
Figura 79 – Copiar múltiplos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após efetuar esse procedimento, clique novamente em “Copiar/Monitorar” e em “Concluir” no botão verde (Figura 80).

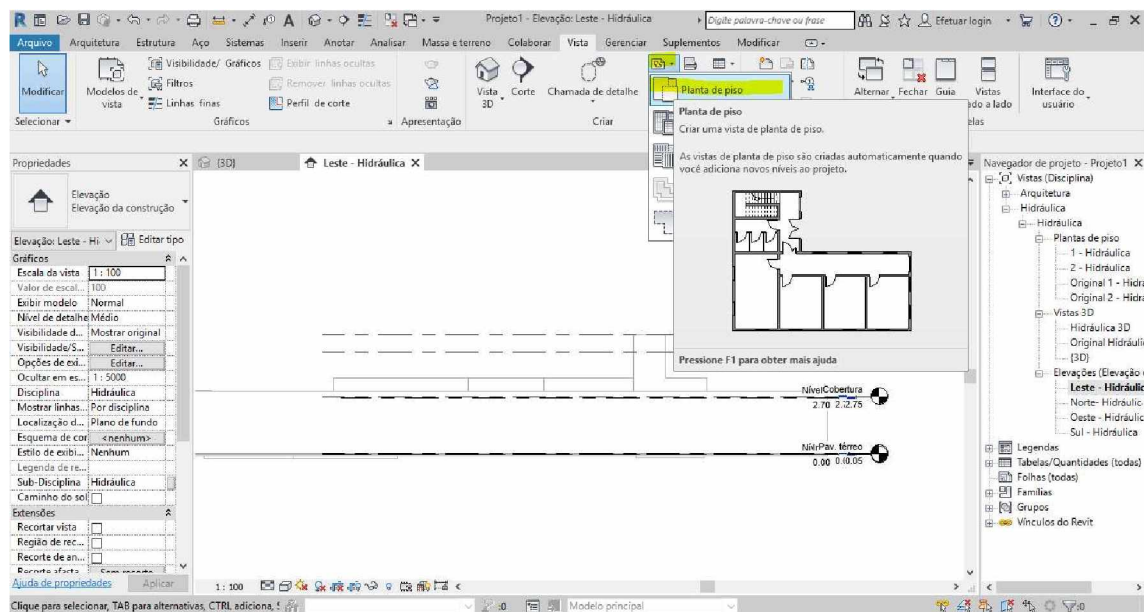
Figura 80 – Concluir vínculo



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Vista” selecione a opção “Vistas de planta”, “Plantas de piso” (Figura 81).

Figura 81 – Plantas de piso

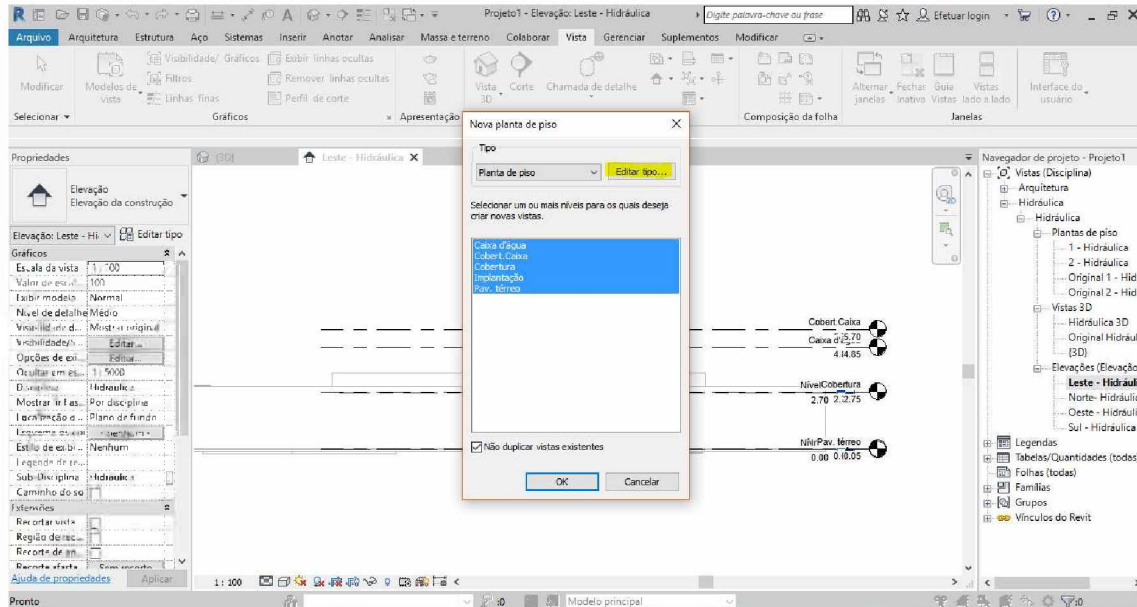


Fonte: Próprio autor, (2019).



Selecione as plantas com que deseja-se trabalhar, mas antes de clicar em “Ok”, clique em “Editar tipo” (Figura 82).

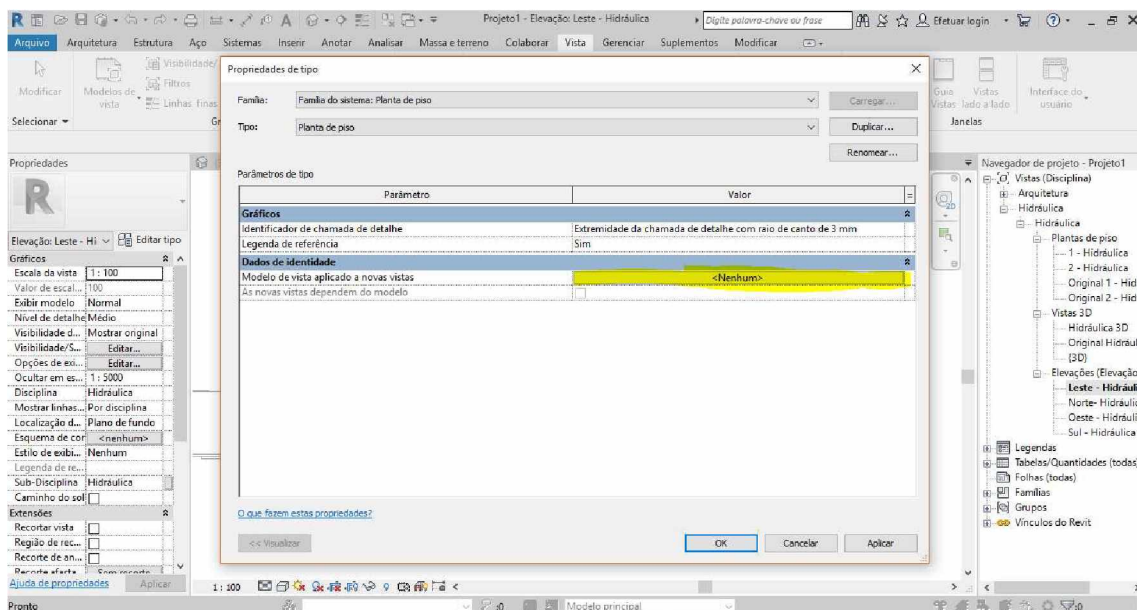
Figura 82 – Criar novas vistas de piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Editar tipo”, na opção “Modelos de vista aplicados a nova vistas”, selecione a opção “Nenhum” e clique em “Ok” (Figura 83).

Figura 83 – Configuração de propriedades de vista

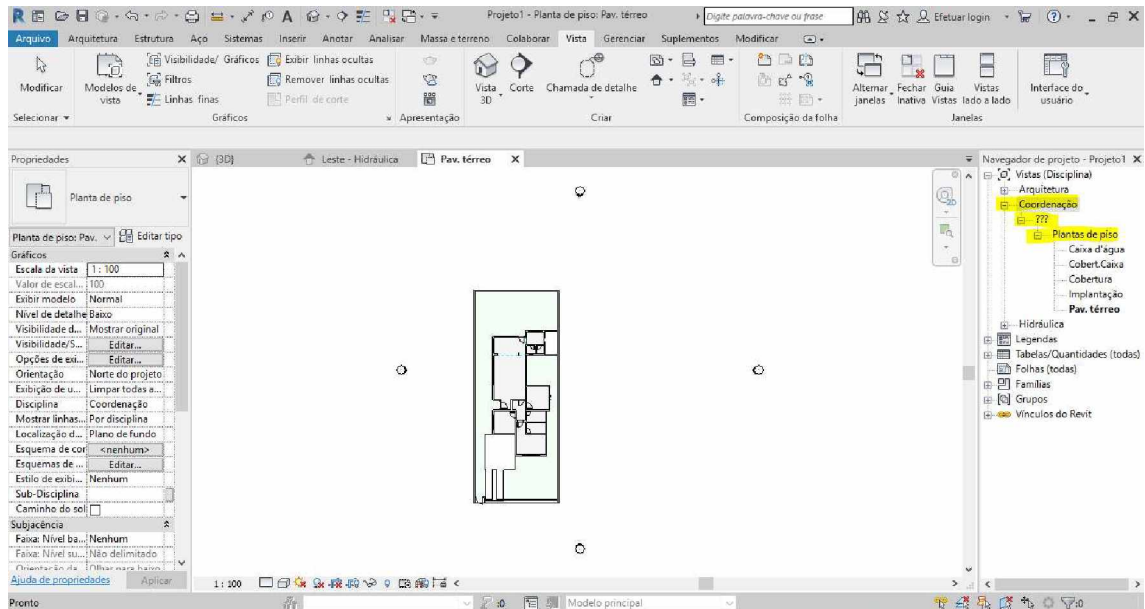


Fonte: Próprio autor, (2019).

Com este procedimento, uma nova disciplina foi criada no menu “Navegador de projeto”, “Coordenação”, como pode-se observar na Figura 84. Esta disciplina será importante

para criar diferentes configurações de vista e de plantas para os projetos de água fria e esgoto sanitário.

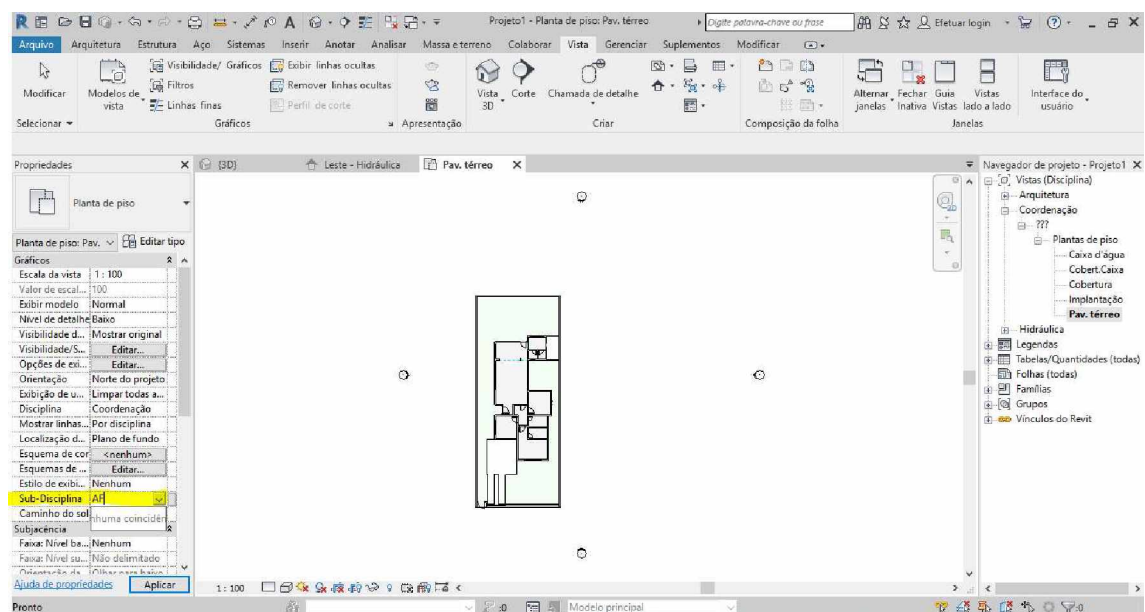
Figura 84 – Criar disciplinas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Esta disciplina será importante para criar diferentes configurações de vista e de plantas, para os projetos de água fria e esgoto sanitário. Para criar disciplinas, selecione a planta “Pav.térreo” e no menu “Propriedades”, escolha o nome da disciplina desejada, no item “Sub-Disciplina” (Figura 85).

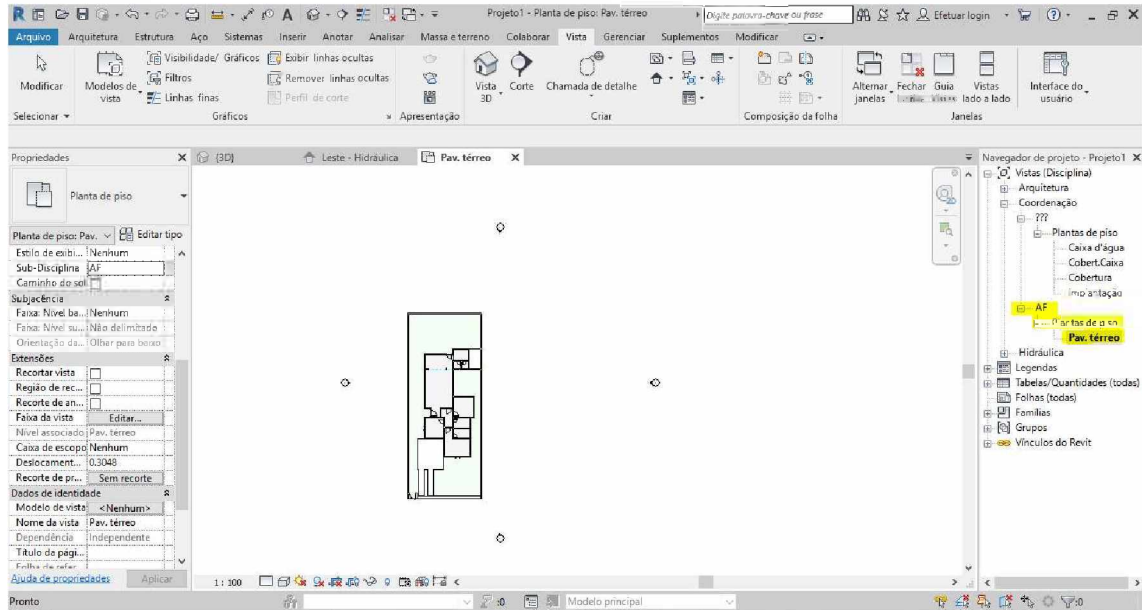
Figura 85 – Criar subdisciplina



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após clicar em “Aplicar”, a nova subdisciplina irá aparecer no “Navegador de projeto”, a qual será usada para o desenvolvimento do projeto de água fria (Figura 86).

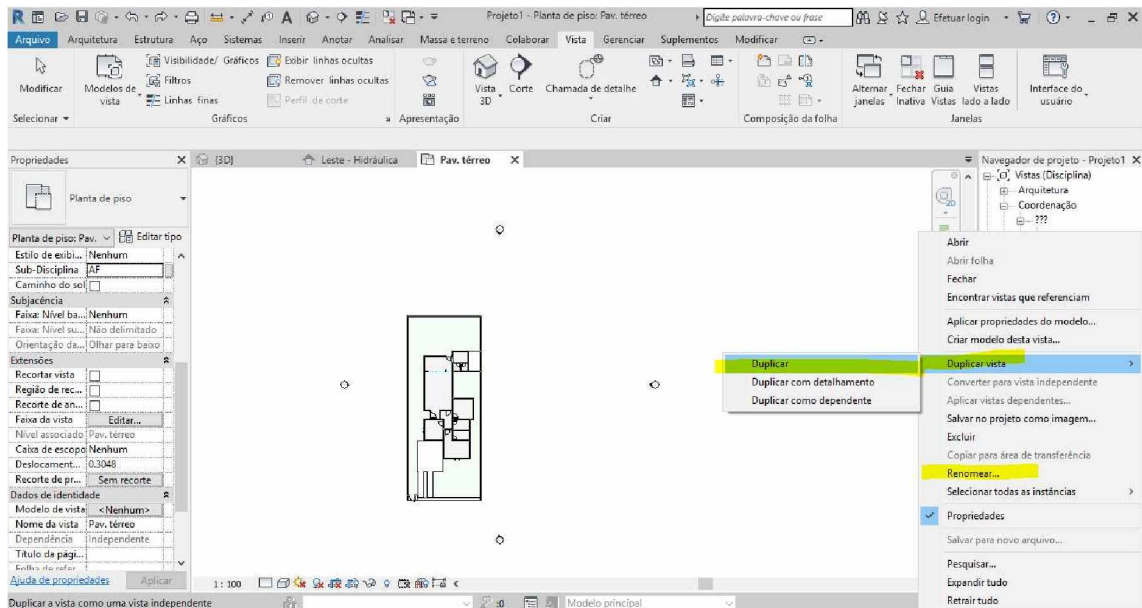
Figura 86 – Selecionar planta de piso



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para que o processo possa ser repetido para as diferentes subdisciplinas de interesse, é necessário estar duplicando a planta do “Pav.térreo”. Depois de “Duplicar”, “Renomear” a planta. (Figura 87).

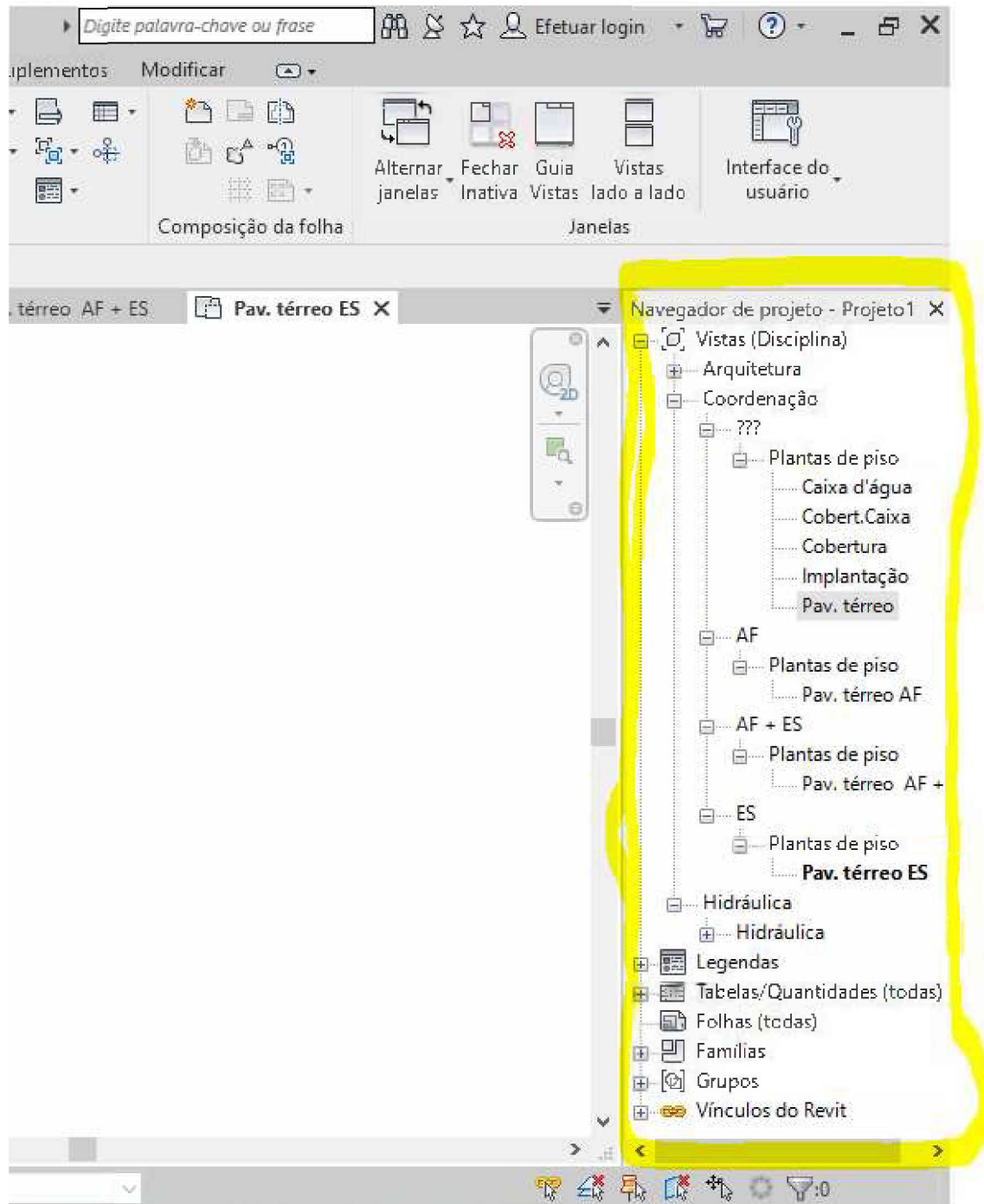
Figura 87 – Duplicar vistas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após repetir esse processo para as diferentes disciplinas, o “Navegador de projeto” ficará semelhante à Figura 88.

Figura 88 – Exemplo de navegador de configuração do navegador de projeto

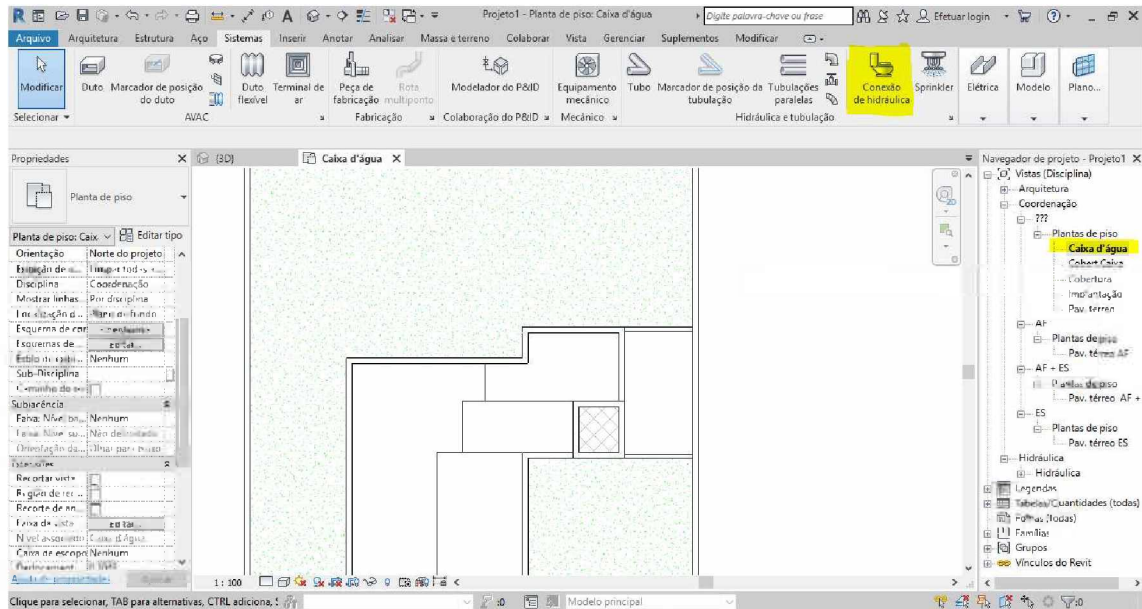


Fonte: Próprio autor, (2019).

#### 4.3.1 Projeto de água fria

Para desenvolvimento do projeto de água fria, o primeiro passo é a inserção da caixa d'água. No menu, “Navegador de projeto”, selecione a “Planta de piso”, “Caixa d'água” e, em seguida no menu de “Sistemas”, clique em “Conexão de hidráulica” (Figura 89).

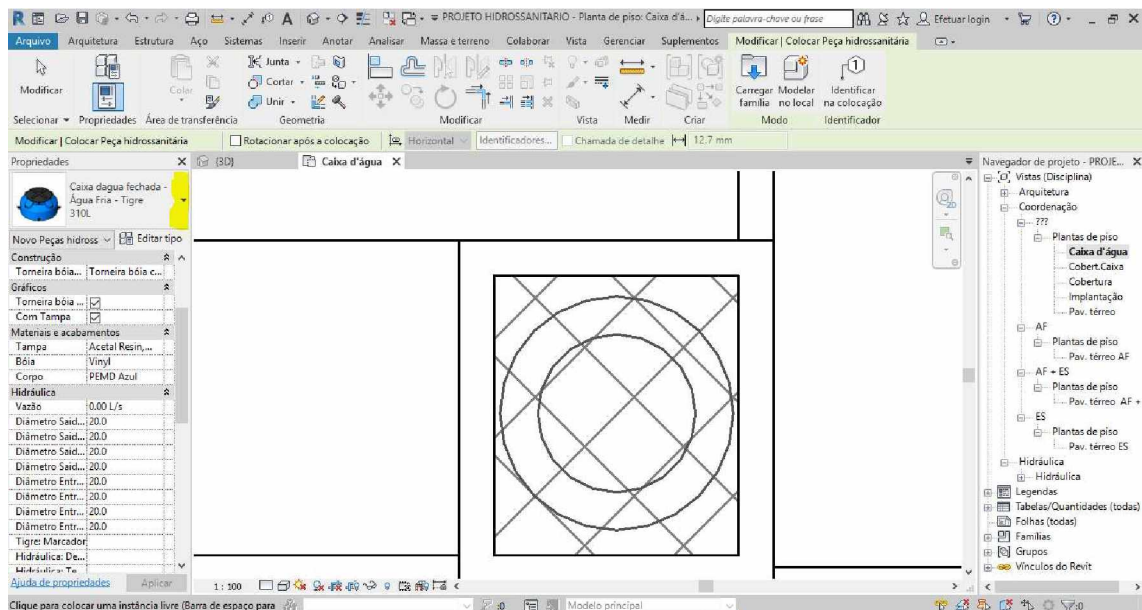
Figura 89 – Conexões hidráulicas



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Propriedades”, selecione um modelo de caixa d'água e insira no local adequado (Figura 90).

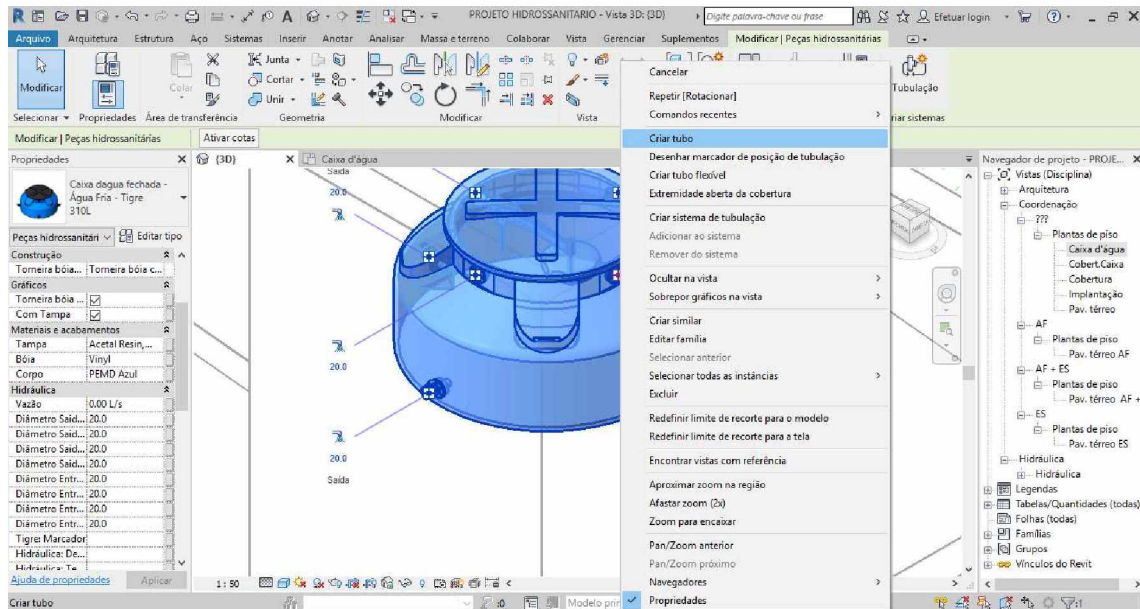
Figura 90 – Inserindo à caixa d'água



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para traçar a tubulação de entrada da caixa d'água, basta clicar em uma das entradas superiores, depois clique com o botão direito e selecione a opção “Criar tubo” (Figura 91).

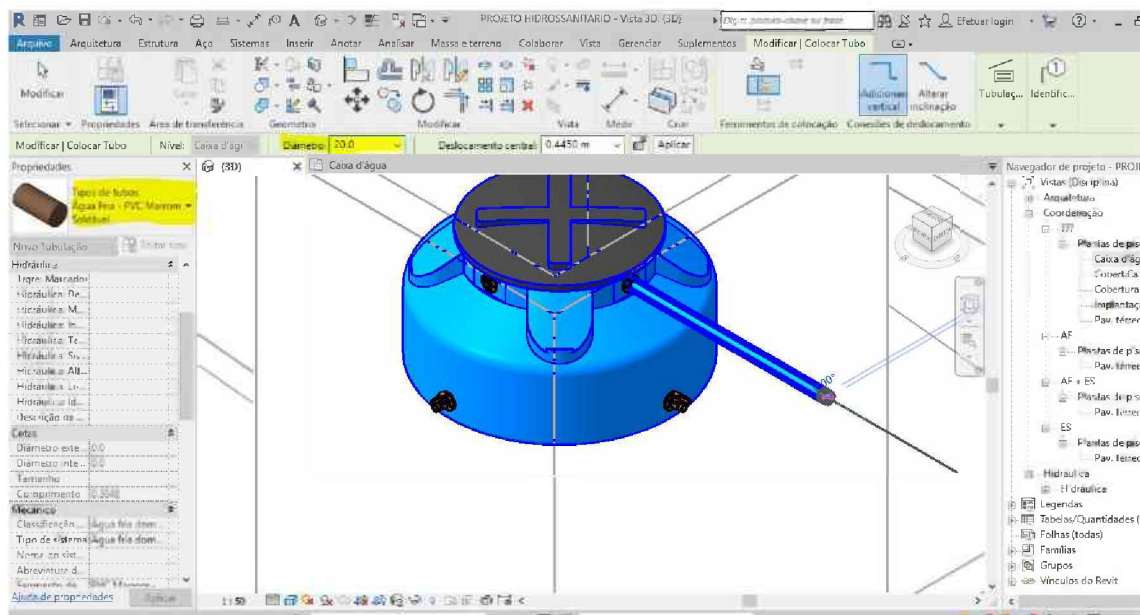
Figura 91 – Tubulação de entrada da caixa d'água



Fonte: Próprio autor, (2019).

Selecione o tipo de tubo desejado no menu “Propriedades” e desenhe o traçado da tubulação. É possível alterar o diâmetro da tubulação (Figura 92).

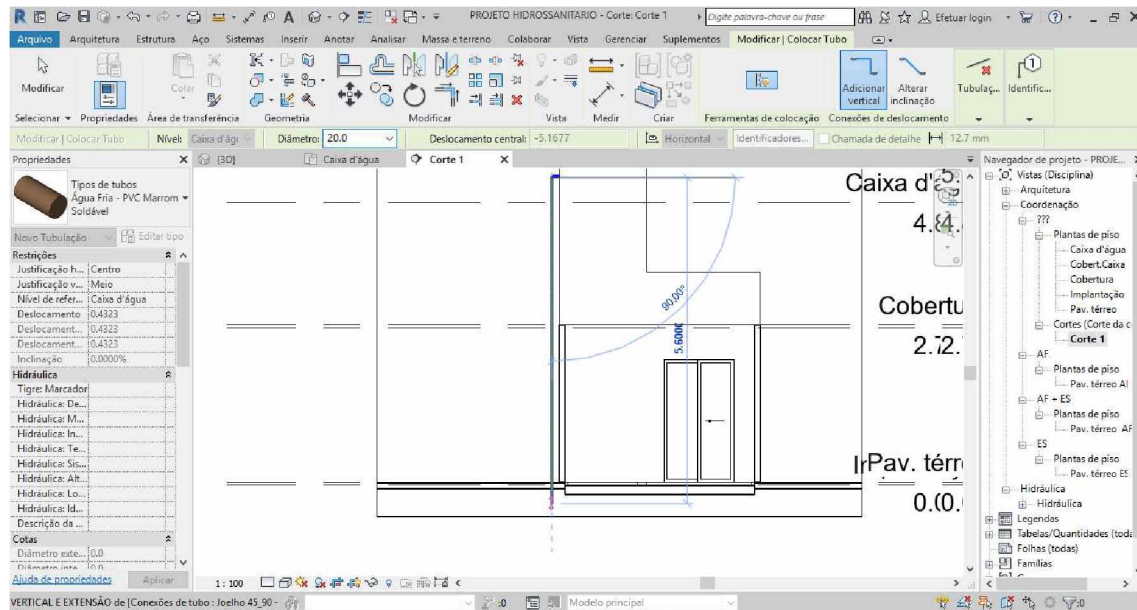
Figura 92 – Escolha da tubulação



Fonte: Próprio autor, (2019).

Buscando auxiliar no caminhamento vertical, utilize a ferramenta de “Cortes”, conforme orientado durante o capítulo de vigas. Para inserir uma tubulação em outra, basta clicar com o botão esquerdo na ponta do tubo, depois clique com o botão direito e selecione “Criar tubo”, semelhante ao processo para criação da tubulação de entrada da caixa d’água. As conexões necessárias são inseridas automaticamente (Figura 93).

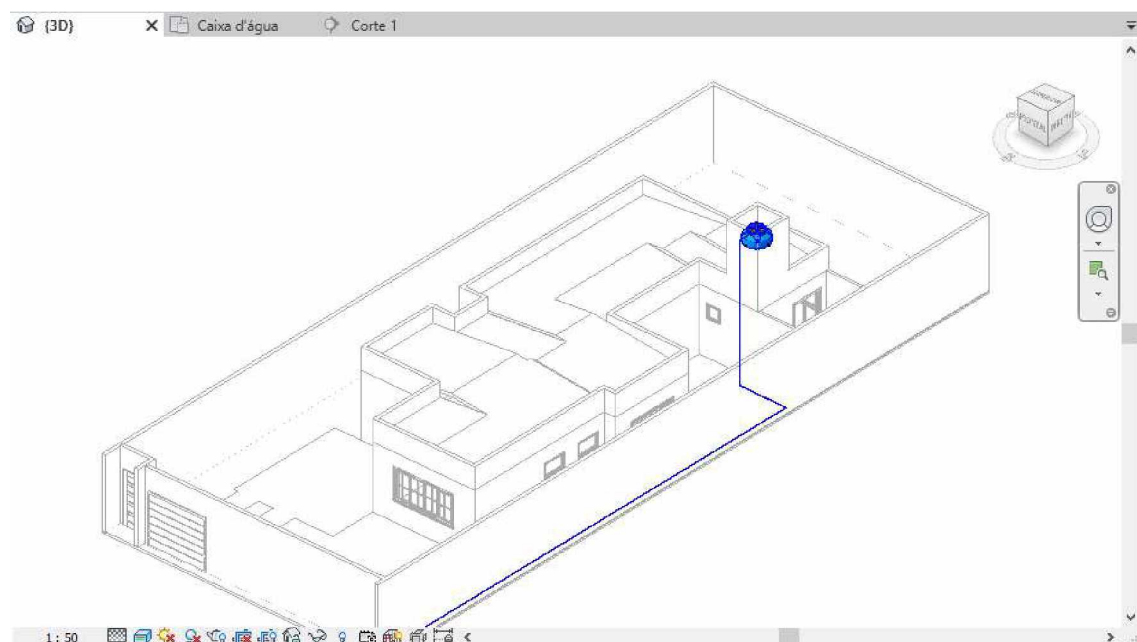
Figura 93 – Desenho da tubulação



Fonte: Próprio autor, (2019).

Termine de traçar a tubulação de abastecimento da caixa d’água (Figura 94).

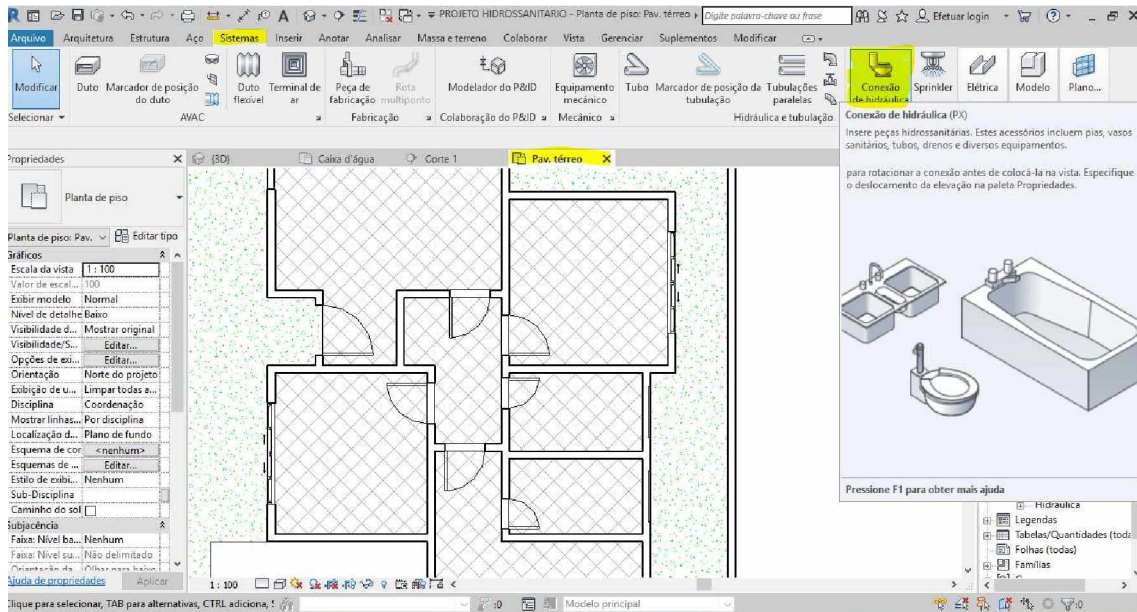
Figura 94 – Traçado da tubulação de entrada



Fonte: Próprio autor, (2019).

A próxima etapa é inserir na maquete os dispositivos que demandam pontos de água. Para isso, mais uma vez, no menu “Navegador de projeto”, selecione a planta “Pav.terreo” onde os dispositivos serão inseridos. Depois, no menu sistemas clique na ferramenta “Conexões de hidráulica” (Figura 95).

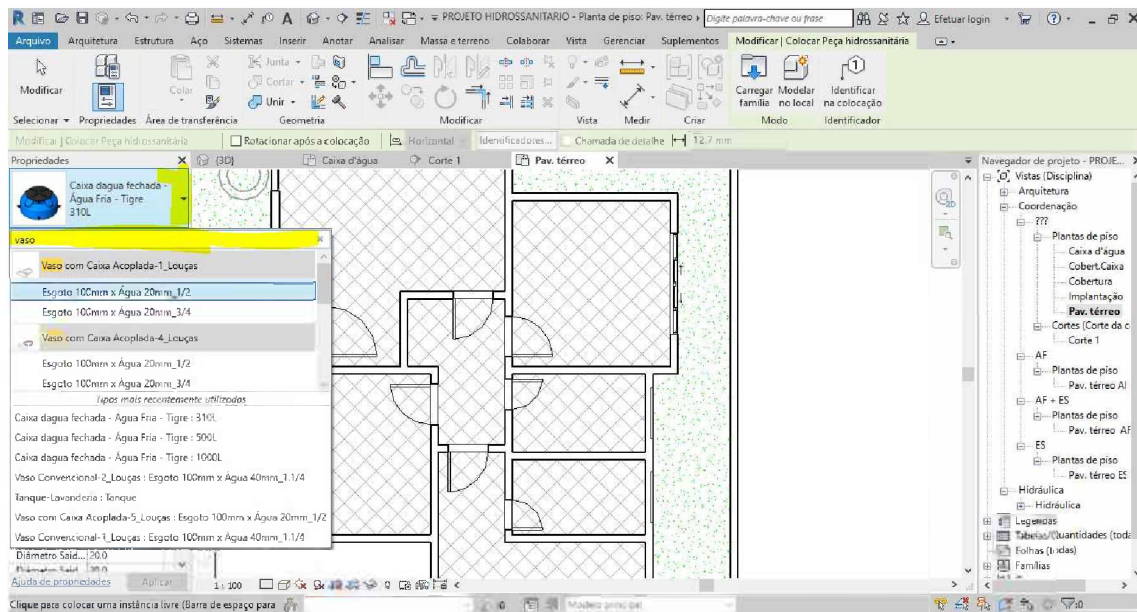
Figura 95 – Inserir dispositivos



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Propriedades”, clique para abrir os tipos de elementos e pesquise pelo dispositivo que deseja inserir (Figura 96).

Figura 96 – Selecionar dispositivo

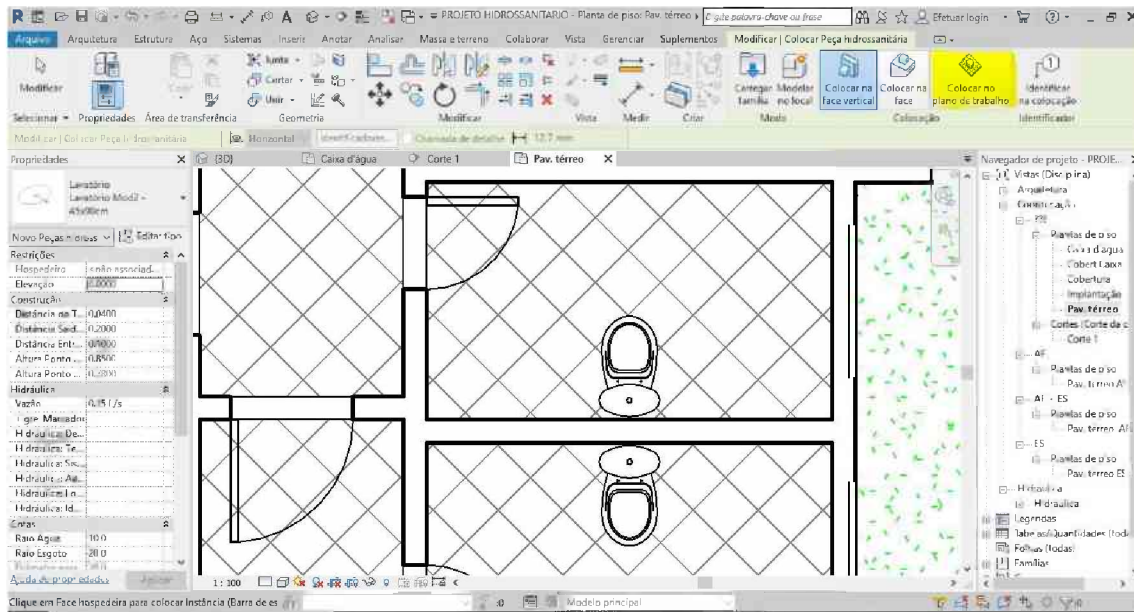


Fonte: Próprio autor, (2019).



Após selecionar, basta posicionar o elemento na planta e clicar com o botão esquerdo que ele é inserido. Se você selecionar o elemento e ele não ficar visível, clique em “Colocar no plano de trabalho” (Figura 97).

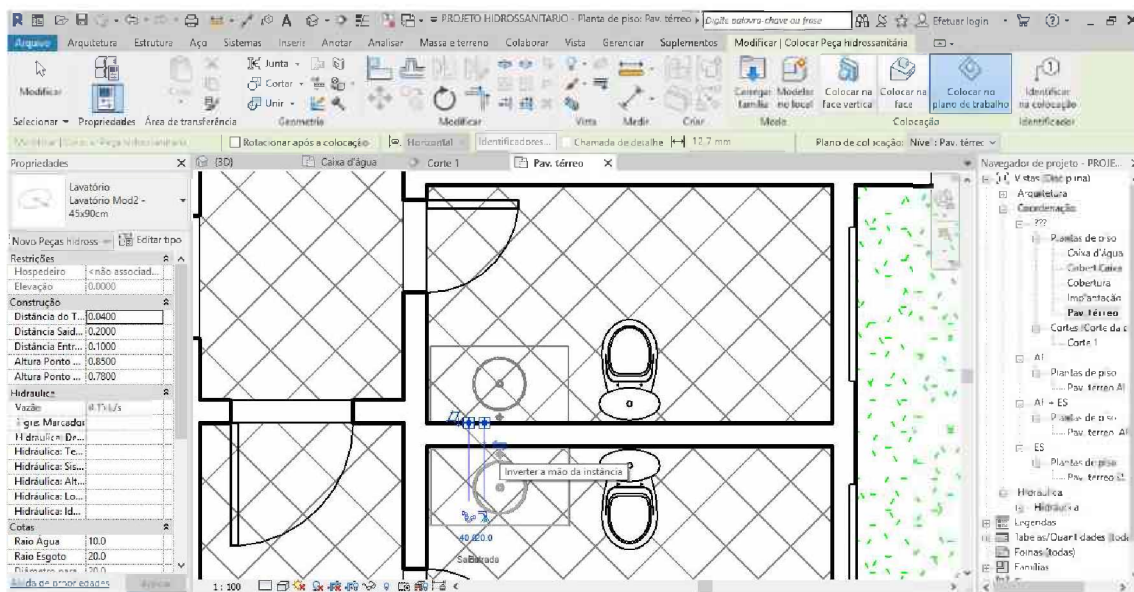
Figura 97 - Colocar elemento no plano de trabalho



Fonte: Próprio autor, (2019).

Os dispositivos apresentam seus pontos de entrada pré-configurados, no menu “Editar tipo”, é possível editar suas características se desejado (Figura 98).

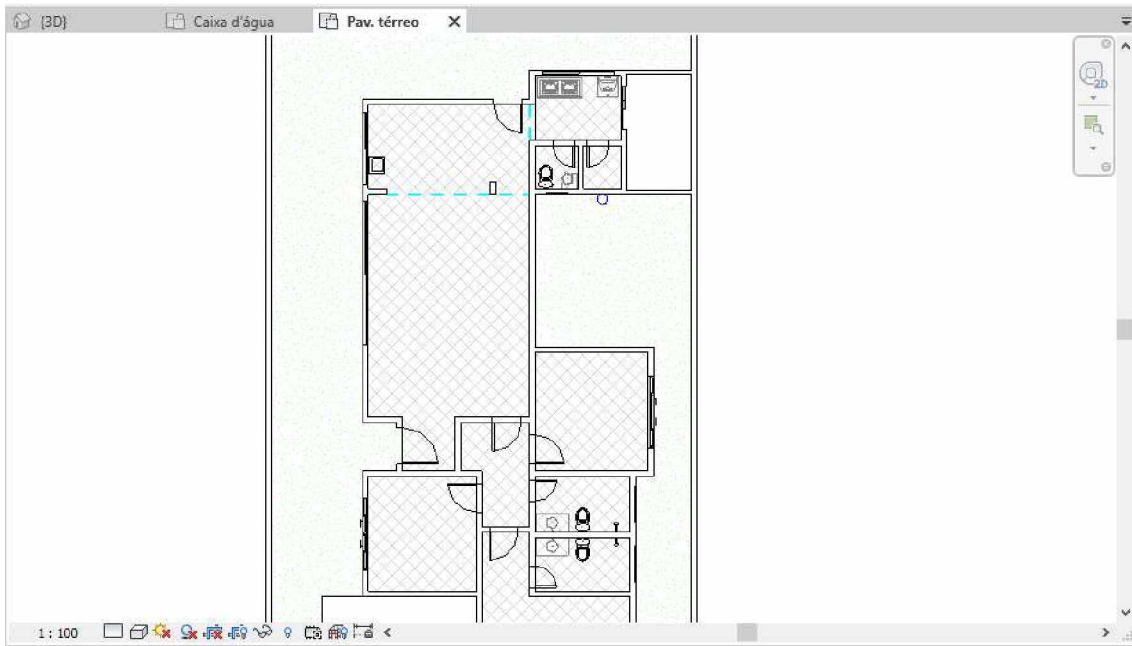
Figura 98 – Inserção da pia do banheiro



Fonte: Próprio autor, (2019).

Insira todos os dispositivos que demandam ponto de água (Figura 99).

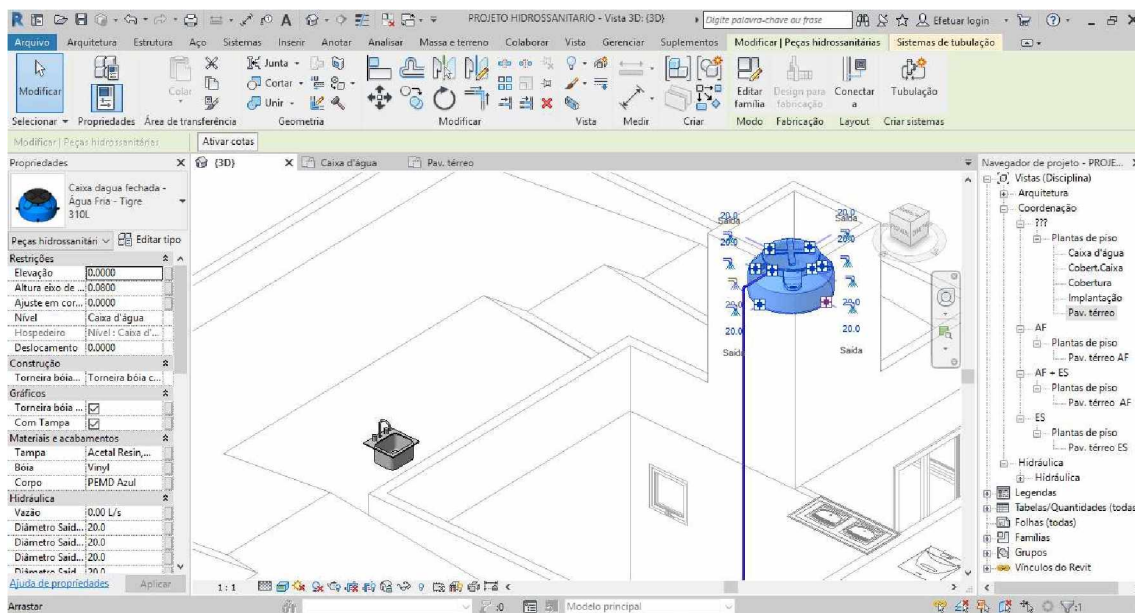
Figura 99 – Equipamentos hidráulicos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Uma observação importante, é o fato de que os dispositivos podem apresentar aspecto 2D no modelo, entretanto, possuem todas as propriedades de um modelo 3D, inclusive as cotas de entrada e de saída das tubulações. O próximo passo é traçar os ramais, colunas e barrilete, de modo a ligar todos os dispositivos na caixa d'água. Para isso, partindo da caixa, escolha um dos pontos de saída e comece a criar a tubulação (Figura 100).

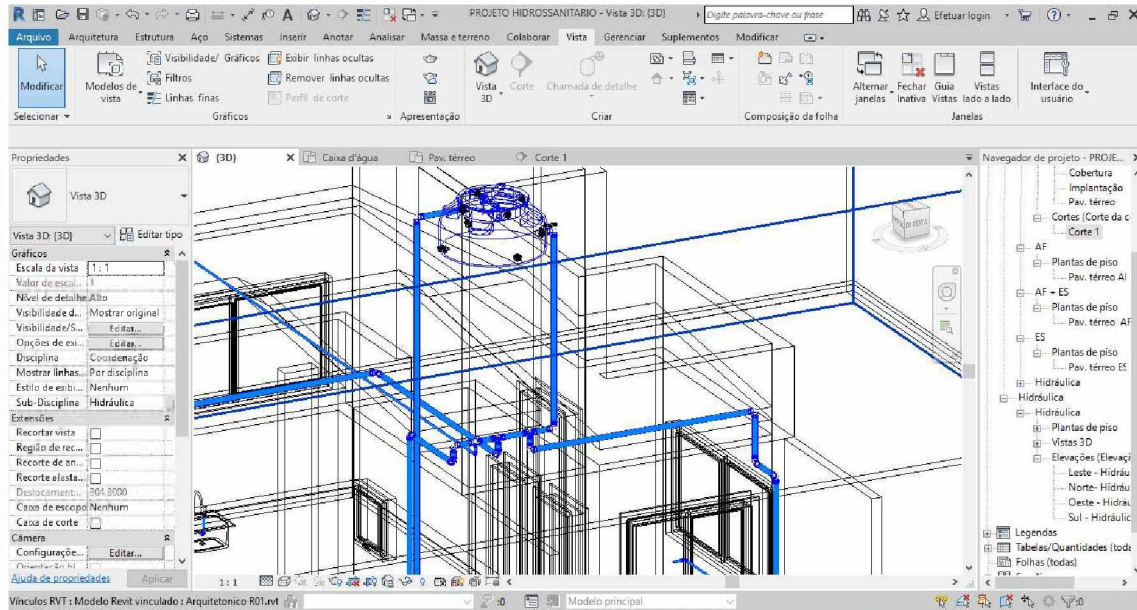
Figura 100 – Tubulação de saída da caixa d'água



Fonte: Próprio autor, (2019).

Desenhe o barrilete usando a ferramenta de “Criar tubo”, apresentada anteriormente, e comece a distribuir as tubulações (Figura 101).

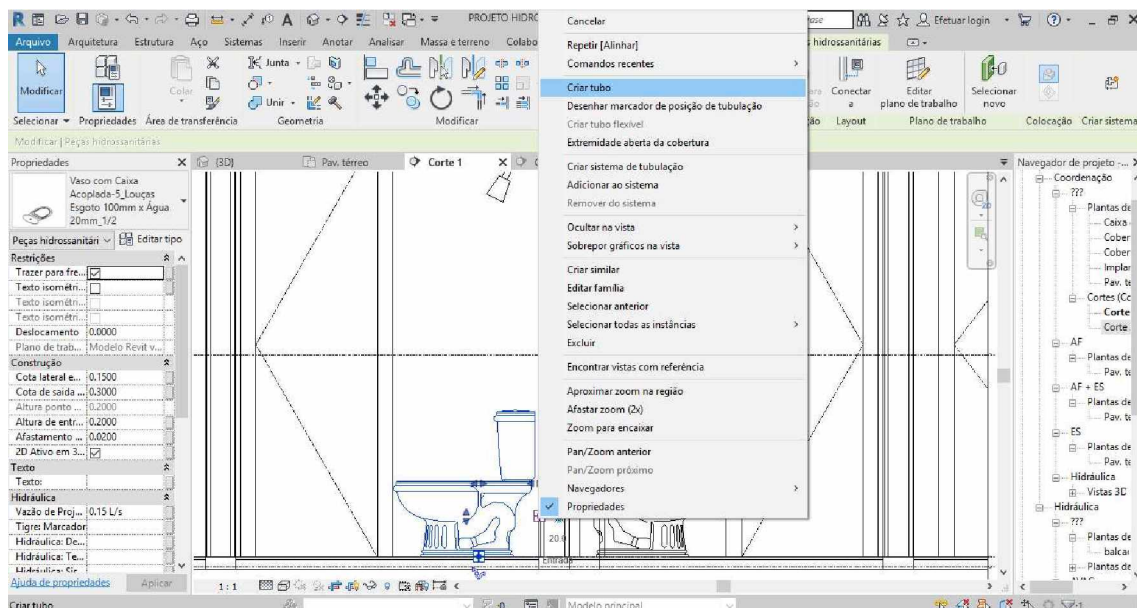
Figura 101 – Desenho do barrilete



Fonte: Próprio autor, (2019).

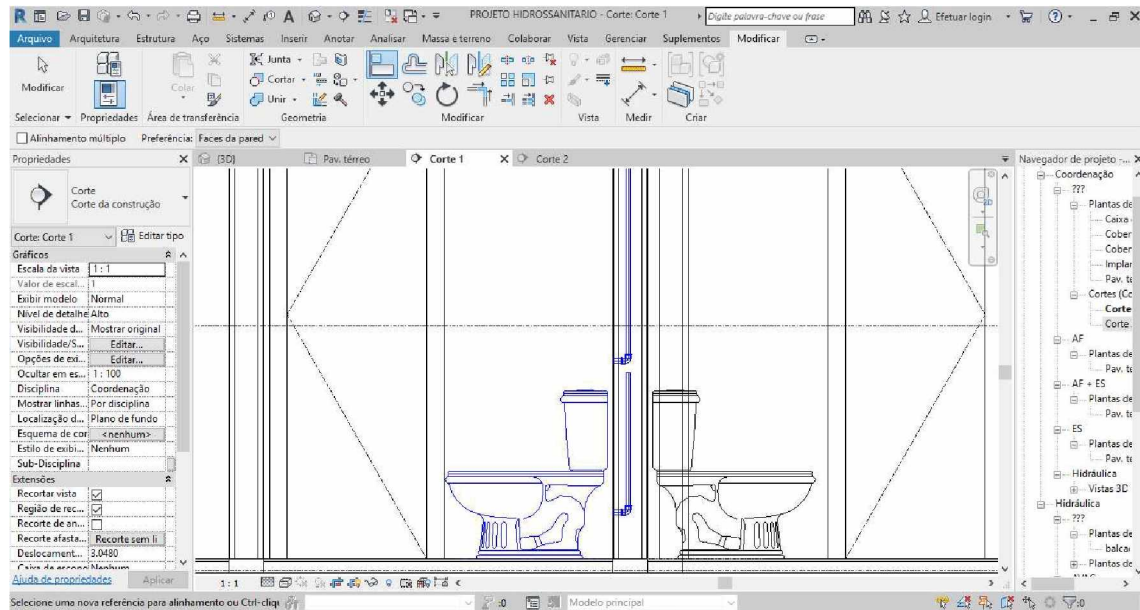
Crie as tubulações e colunas de água fria até próximas aos equipamentos, depois faça o caminho inverso, partindo do equipamento trace a tubulação de entrada (ramal) de modo a se conectarem (Figuras 102 e 103).

Figura 102 – Criar tubulação de alimentação do vaso sanitário



Fonte: Próprio autor, (2019).

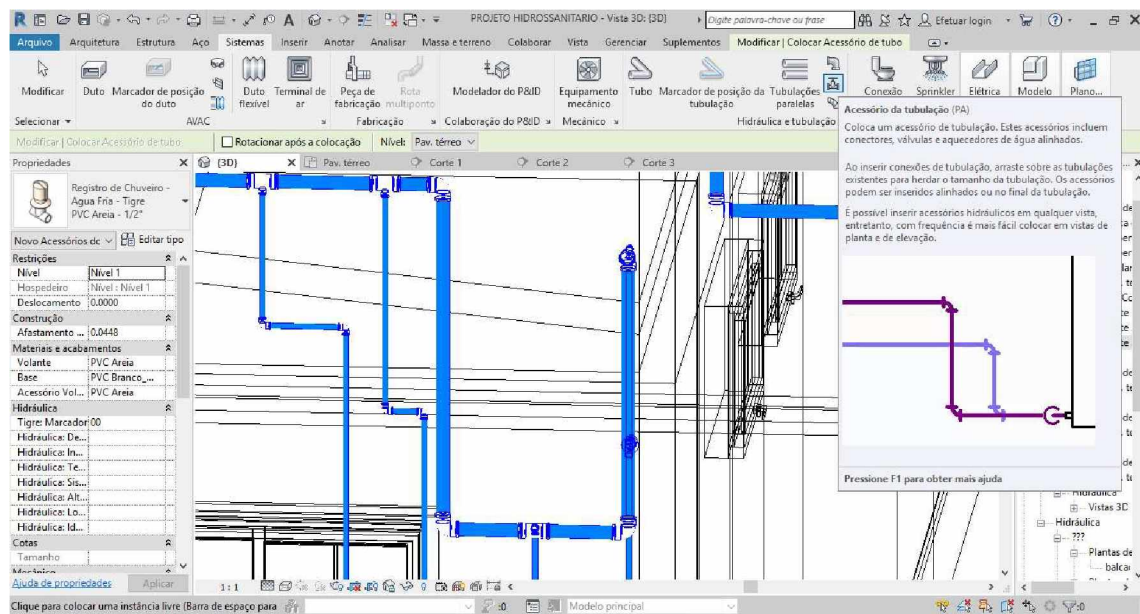
Figura 103 – Tubulação de alimentação do vaso sanitário



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para inserir os registros, vá ao menu “Sistemas” e selecione a ferramenta “Acessório de tubulação”, escolha o registro e para inseri-lo basta clicar no local da tubulação onde deseja estar posicionando-o (Figura 104).

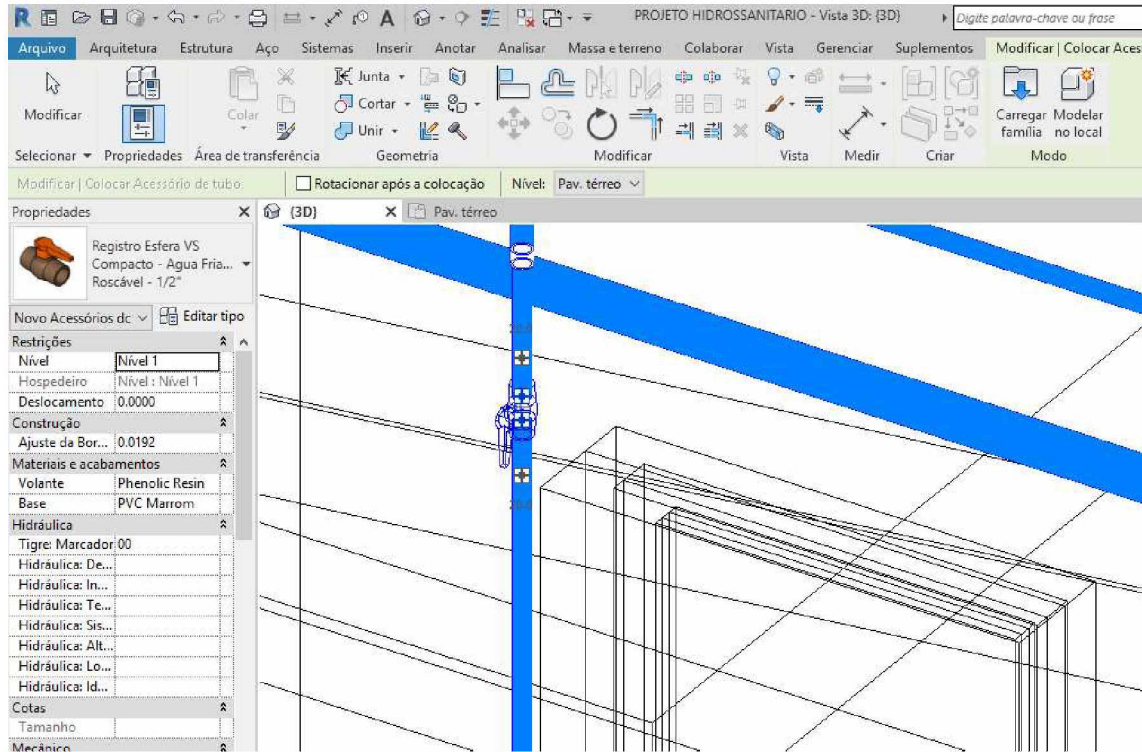
Figura 104 – Inserir registros



Fonte: Próprio autor, (2019).

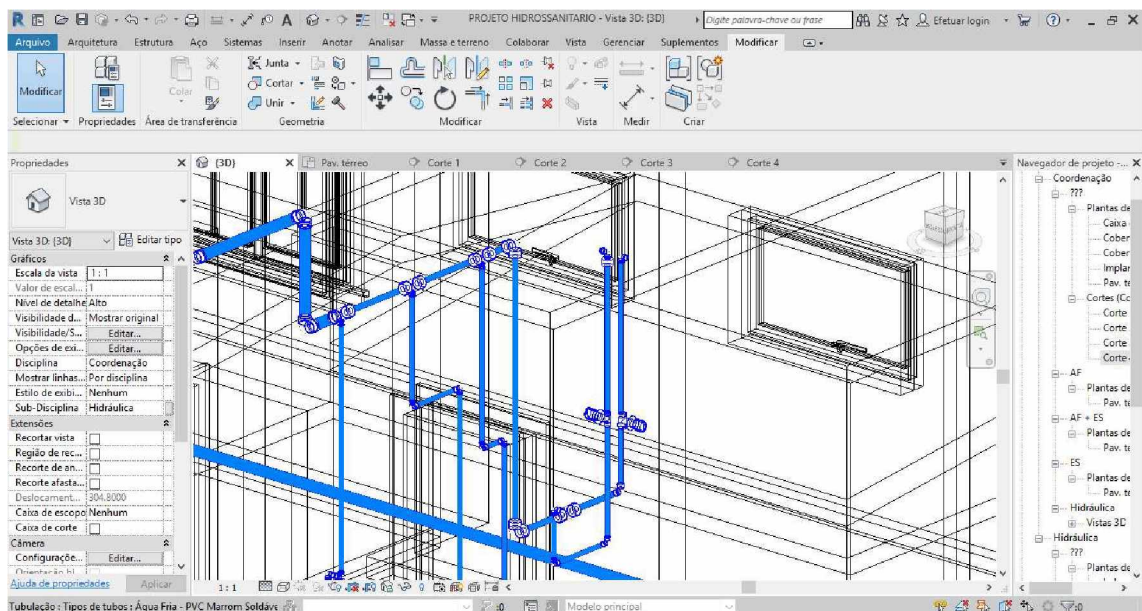
Terminado de inserir os registros do chuveiro, o próximo e último passo da maquete de água fria é a inserção dos registros de fechamento da rede. (Figura 105 e Figura 106).

Figura 105 – Registro geral do banheiro



Fonte: Próprio autor, (2019).

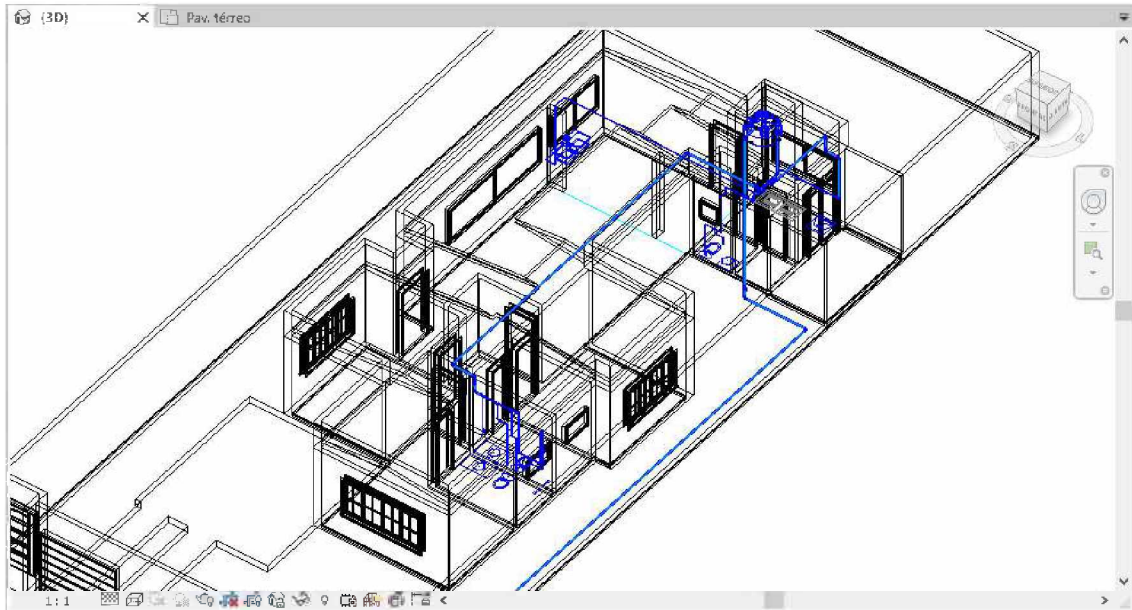
Figura 106 – Registro do chuveiro



Fonte: Próprio autor, (2019).

Na Figura 107 pode-se observar o projeto de água fria concluído.

Figura 107 – Projeto de água fria completo

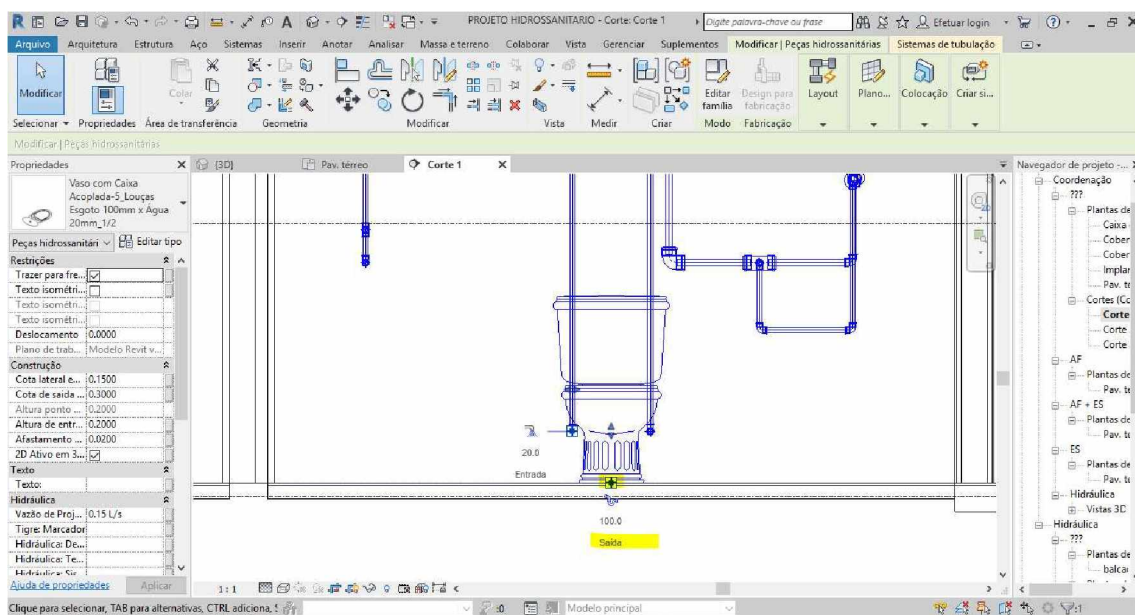


Fonte: Próprio autor, (2019).

### 4.3.2 Projeto de esgoto

O processo para desenvolver o projeto de esgoto é muito similar ao de água fria. No entanto, será feito o caminho inverso, partindo das tubulações de saída dos equipamentos é que a rede será traçada. Para isso clique na tubulação de saída e selecione “Criar tubo” (Figura 108).

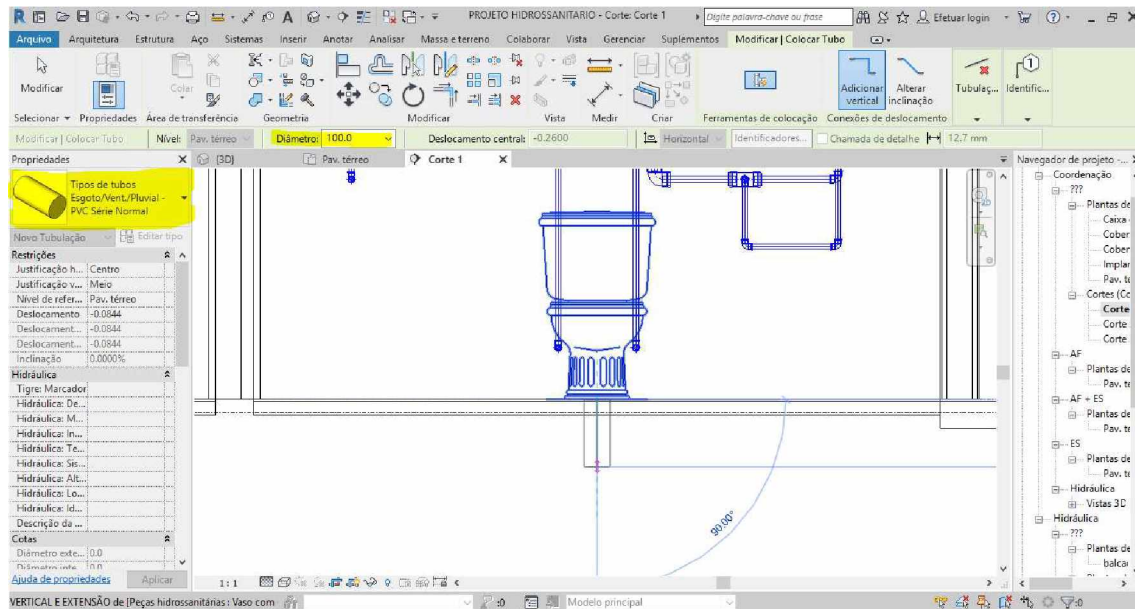
Figura 108 – Criar a tubulação de saída



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após clicar em “Criar tubo”, selecione o tipo de tubo no menu “Propriedades” e o diâmetro do mesmo, desenha o traçado (Figura 109).

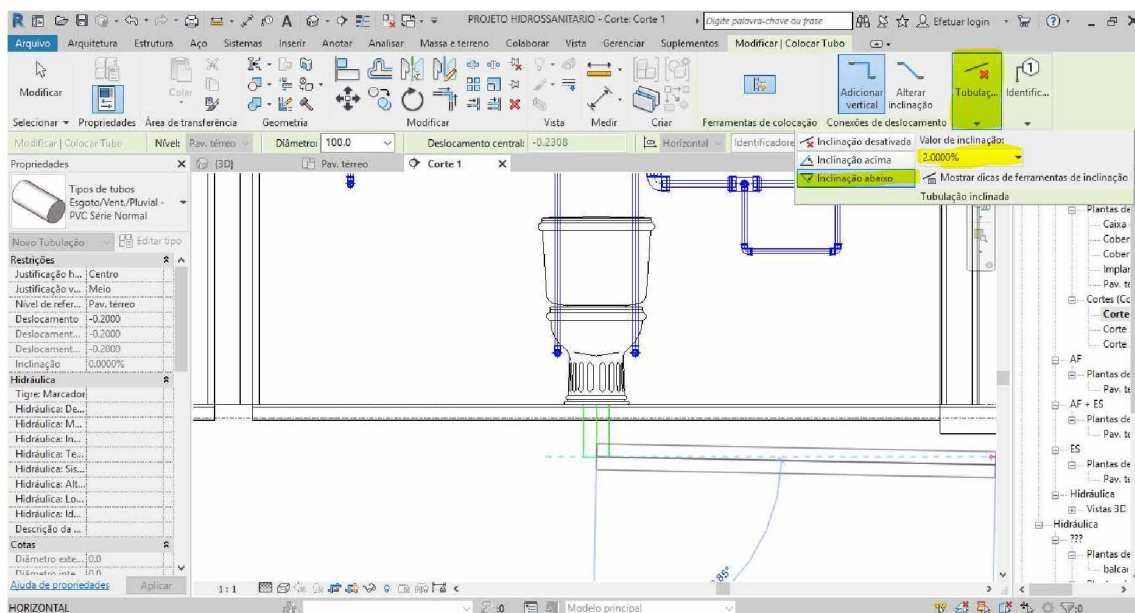
Figura 109 – Selecionar tubo



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para inserir a inclinação das tubulações horizontais, clique em “Inclinação”, “Inclinação abaixo” e selecione o valor (Figura 110).

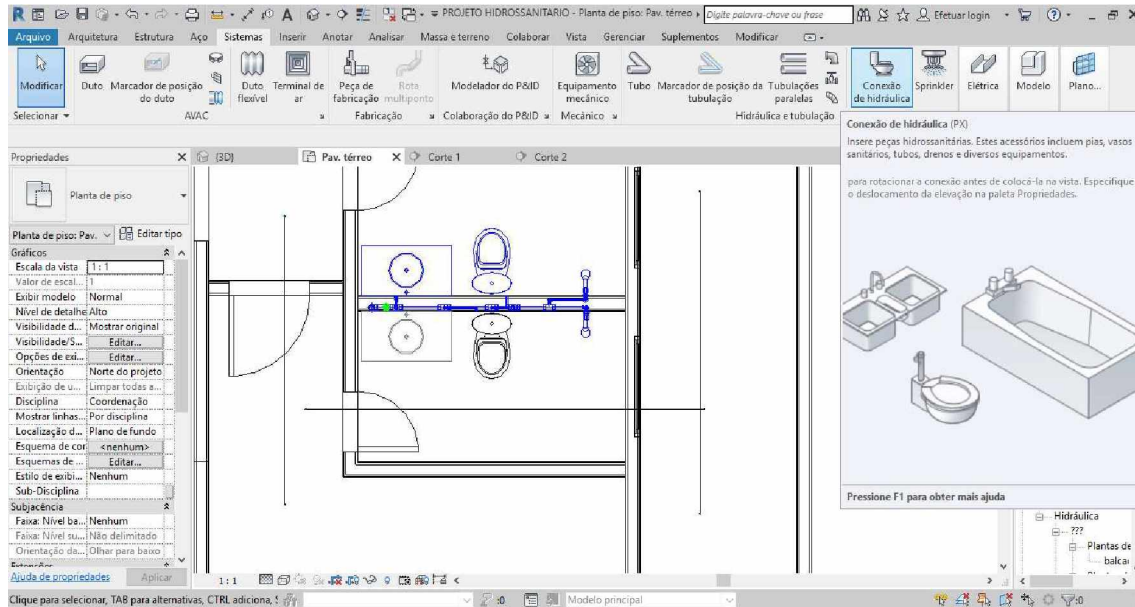
Figura 110 – Inserir inclinação na tubulação de esgoto



Fonte: Próprio autor, (2019).

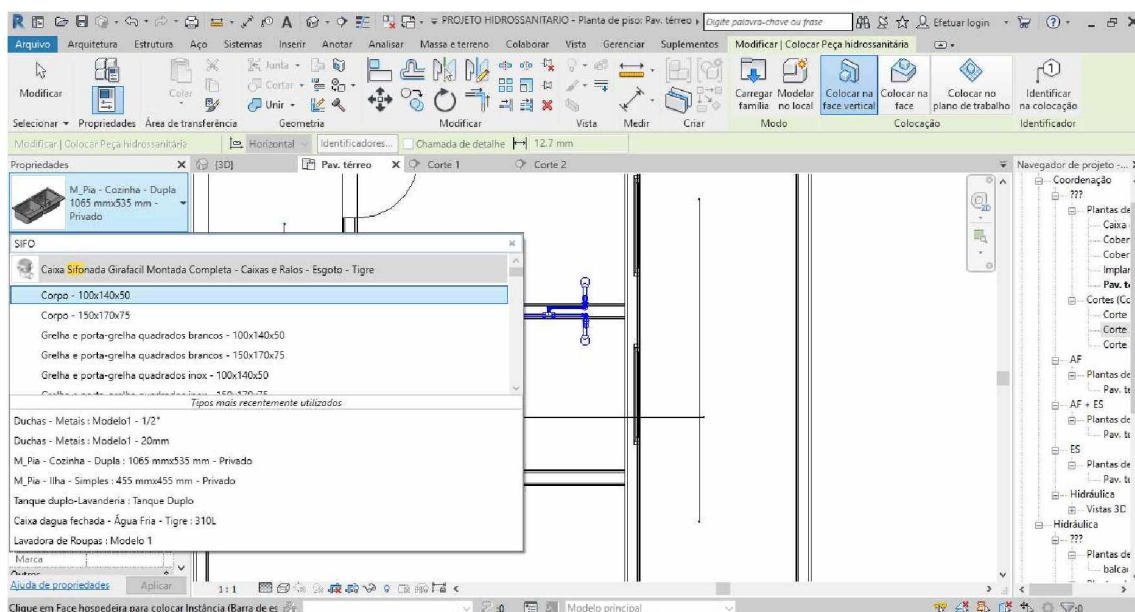
Para inserir a caixa sifonada, acesse novamente a ferramenta “Conexão de hidráulica”, depois no menu “Propriedades”, procure por um modelo de caixa sifonada, como pode-se observar nas figuras 111 e 112.

Figura 111 – Conexão de hidráulica



Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 112 – Inserir caixa sifonada

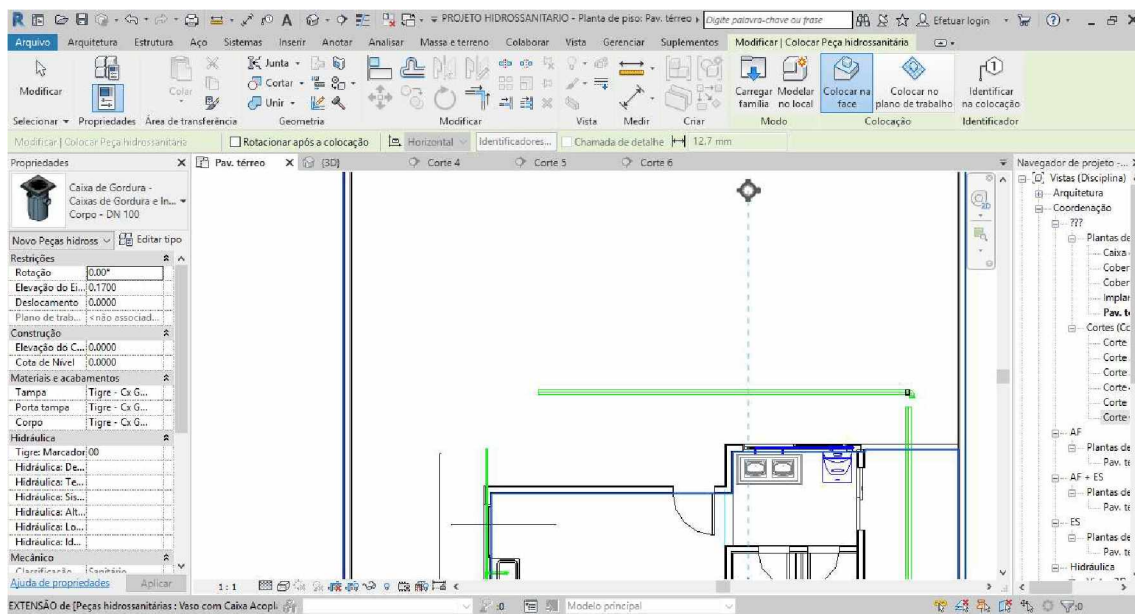


Fonte: Próprio autor, (2019).



Efetue a ligação de esgoto na pia da cozinha, utilizando o processo de “Criar tubo” a partir da saída da pia. Depois de realizada a tubulação, é necessário inserir uma caixa de gordura, para isso, no menu “Sistemas”, clique em “Conexão de hidráulica”. No menu “Propriedades”, selecione o modelo de caixa desejado e insira no projeto (Figura 113).

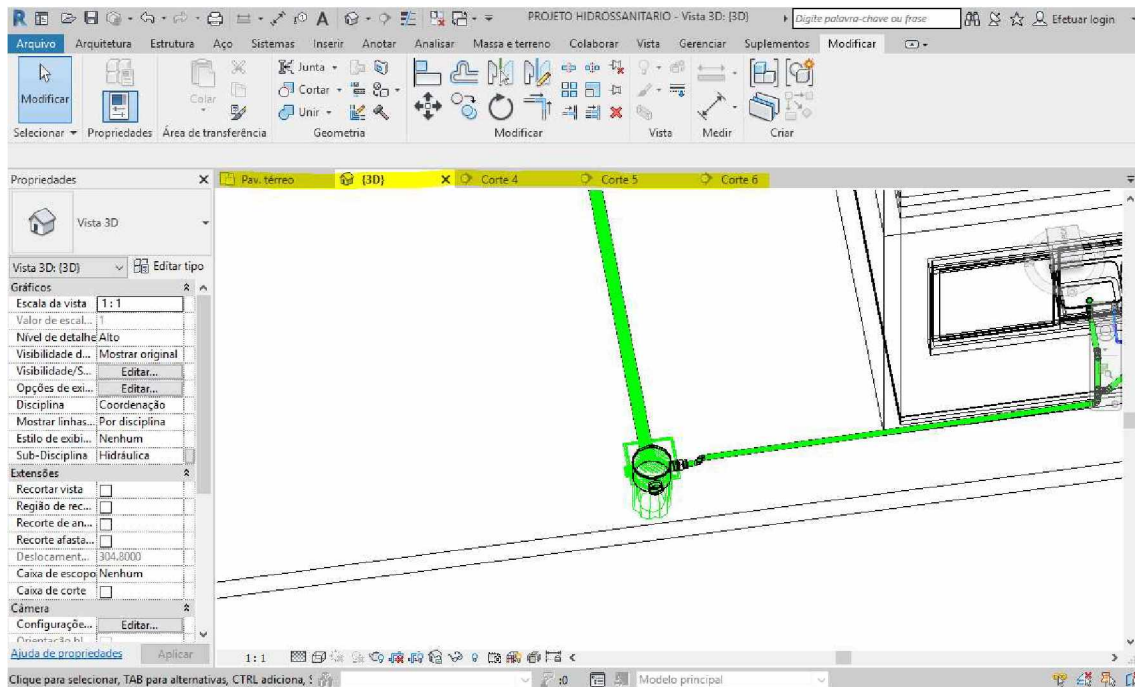
Figura 113 – Caixa de gordura



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após inserir a caixa de gordura, crie os tubos de entrada (que deve se conectar ao esgoto da pia) e de saída, que seguirá coletando outros pontos até descarregar na rede pública. Utilize as ferramentas de “Corte” para auxiliar na ligação das tubulações (Figura 114).

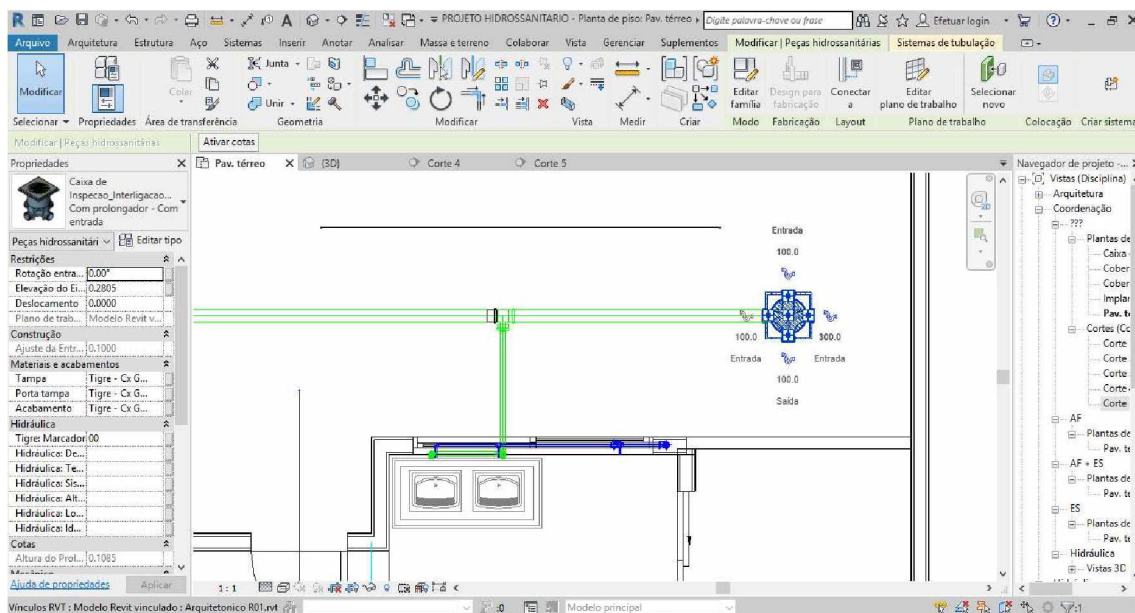
Figura 114 – Ligação das tubulações



Fonte: Próprio autor, (2019).

O procedimento para colocação de todos os tipos de caixas é semelhante, atente-se também às inclinações das tubulações. Na Figura 115, pode-se observar a inserção de uma caixa de inspeção.

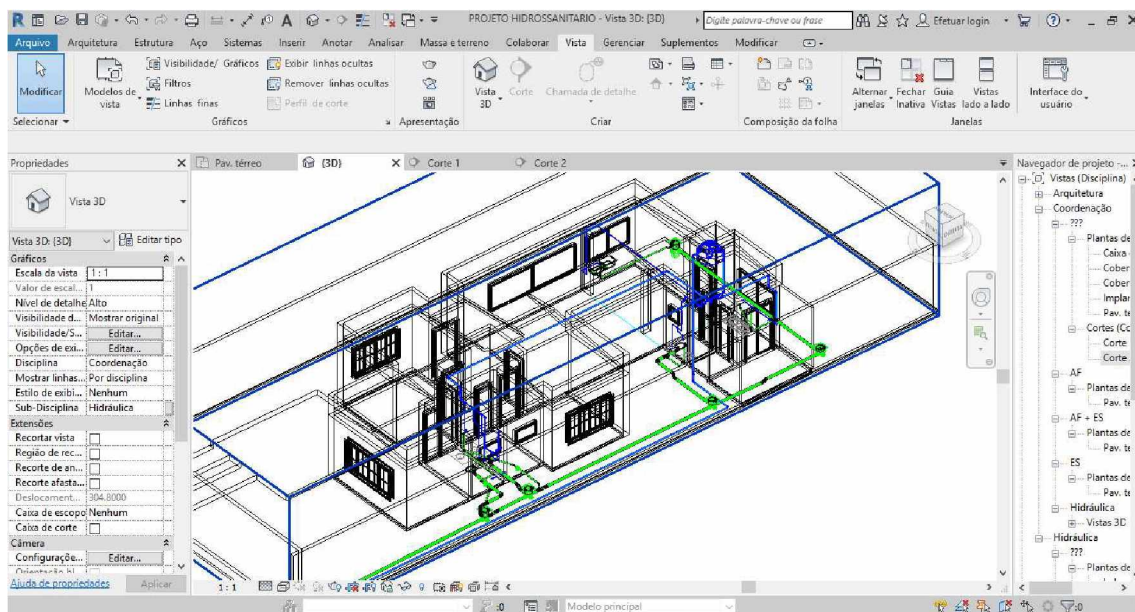
Figura 115 – Caixa de inspeção



Fonte: Próprio autor, (2019).

Terminado o traçado de toda a tubulação e a inserção de todas as caixas de passagem necessárias, o projeto de esgoto estará concluído. Com isso, conclui-se o projeto hidrossanitário e é possível visualizar a integração do mesmo, como um todo (Figura 116).

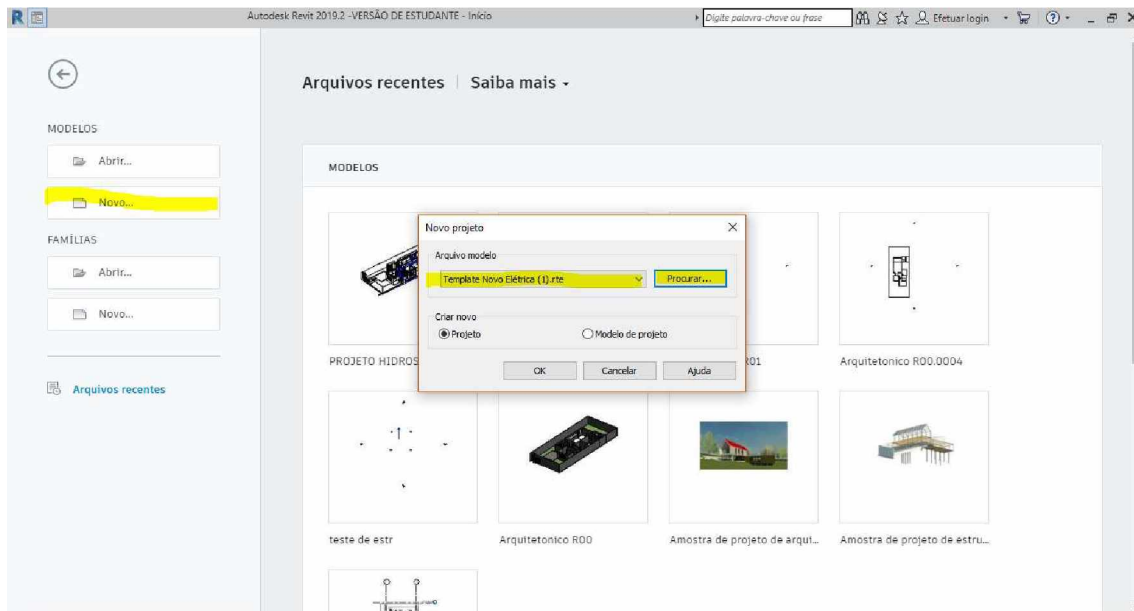
Figura 116 – Projeto de esgoto concluído



Fonte: Próprio autor, (2019).

#### 4.4 Projeto Elétrico

Primeiramente crie um novo modelo no Revit, assim como nos projetos anteriores, a utilização de um *template* pode auxiliar com algumas pré-configurações e famílias pré-carregadas (Figura 117).

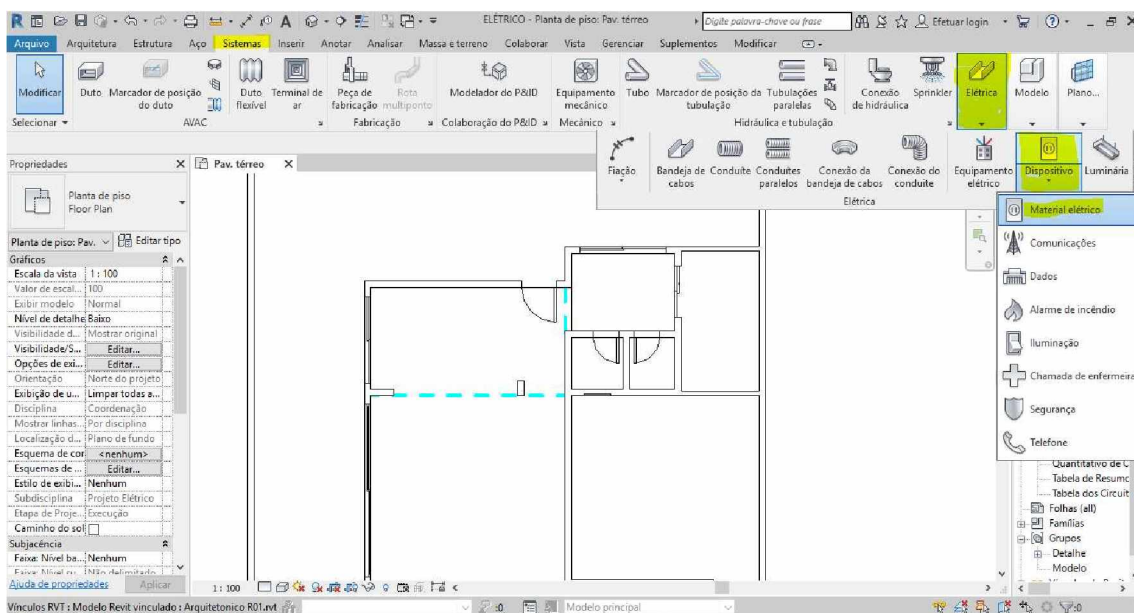
Figura 117 – *Template* elétrico

Fonte: Próprio autor, (2019).

Após abrir o programa, o primeiro passo é repetir o processo de vinculação ao projeto arquitetônico, tal qual foi feito para os projetos estrutural e hidráulico.

Com a vinculação realizada, a próxima etapa do processo para execução do projeto elétrico, é a inserção das tomadas. Para inserir as tomadas, acesse o menu “Sistemas”, depois clique em “Elétrica”, “Dispositivo” e “Material elétrico” (Figura 118).

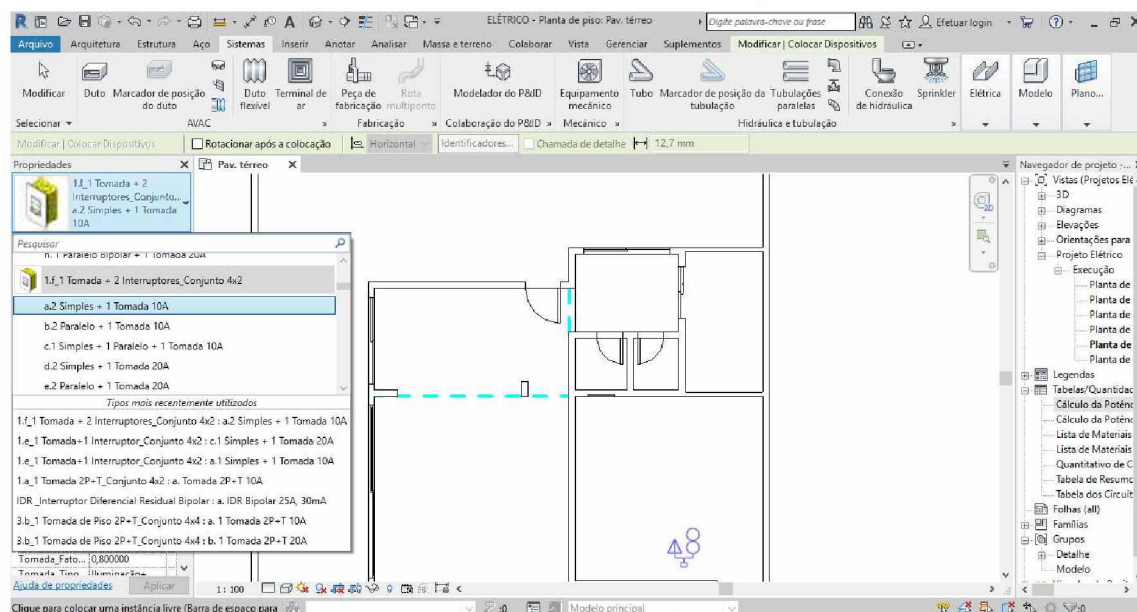
Figura 118 – Selecionando os dispositivos elétricos



Fonte: Próprio autor, (2019).

O menu “Propriedades” se abrirá e será possível escolher entre uma gama extensa de tomadas e dispositivos elétricos, para inserir na maquete virtual (Figura 119).

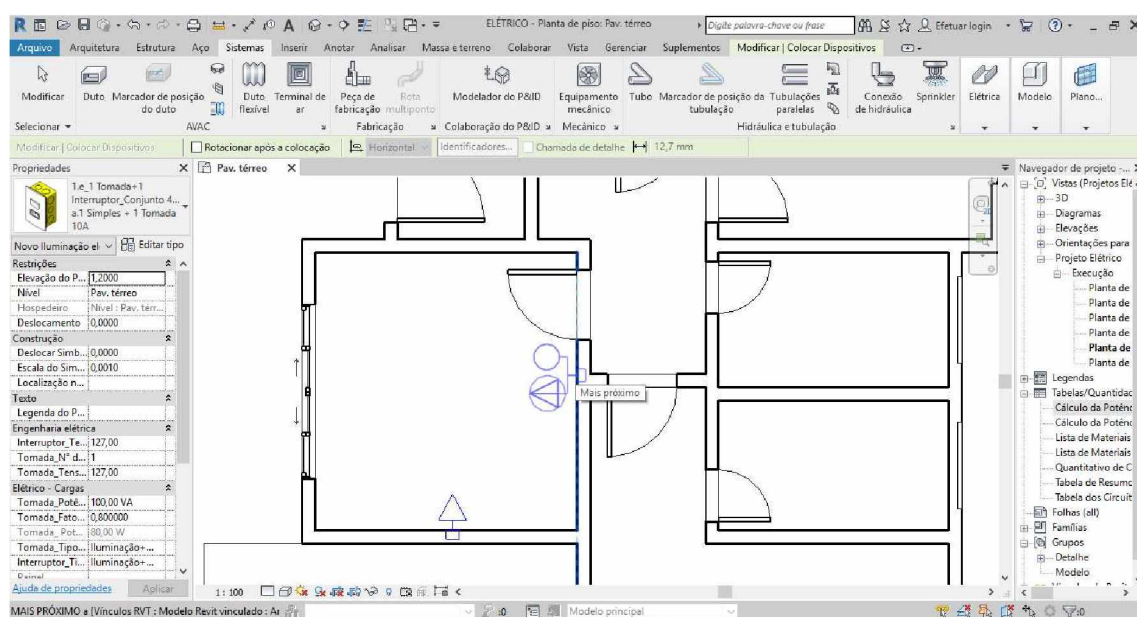
Figura 119 – Escolha das tomadas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Posicione os pontos de tomadas e interruptores de acordo com o especificado em projeto, no menu “Propriedades” é possível alterar a altura do ponto e a tensão das tomadas (Figura 120).

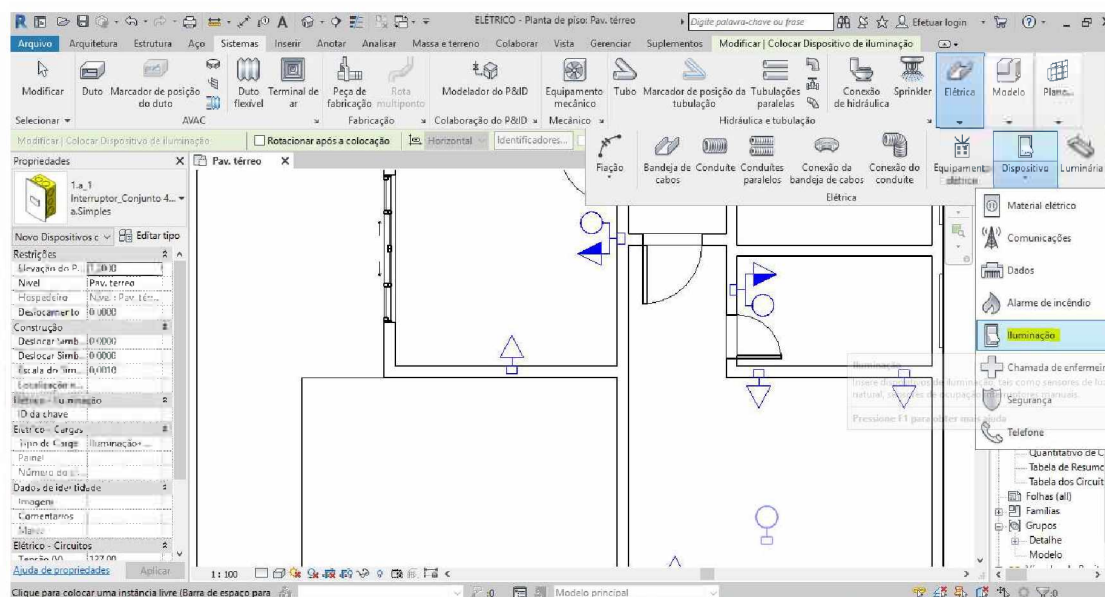
Figura 120 – Altura dos pontos elétricos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para inserir os interruptores no menu de “Elétrica”, selecione a opção “Iluminação”, é importante saber que no menu “Propriedades”, é possível alterar entre sistemas simples e em paralelo (Figura 121).

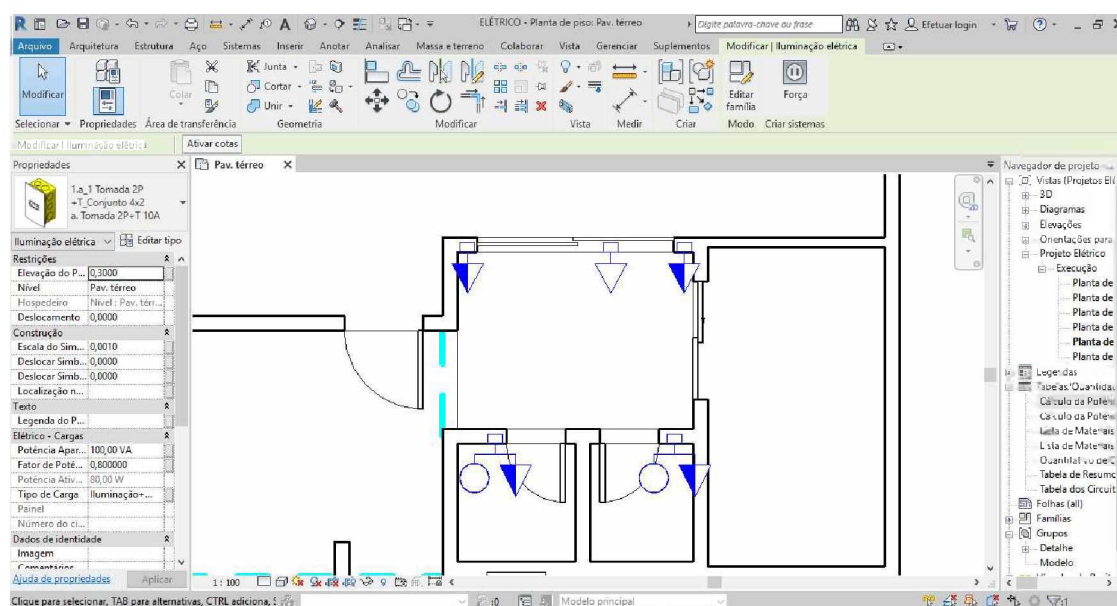
Figura 121 - Iluminação



Fonte: Próprio autor, (2019).

Fique atento à representação dos pontos, é importante saber que, ao alterar a elevação do ponto no menu “Propriedades”, automaticamente altera a representação gráfica utilizada (Figura 122).

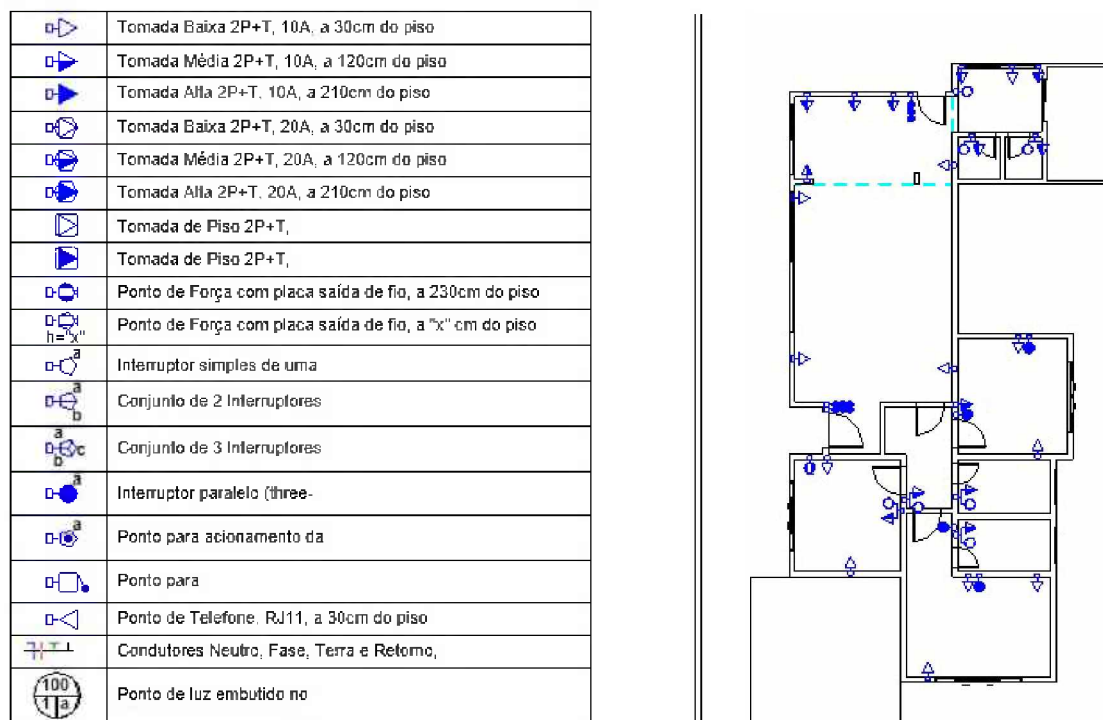
Figura 122 – Representação gráfica das tomadas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após inserir todos os pontos de tomada e iluminação, o modelo está próximo ao apresentado na Figura 123. Importante ressaltar que com a utilização do *template*, as legendas são inseridas automaticamente.

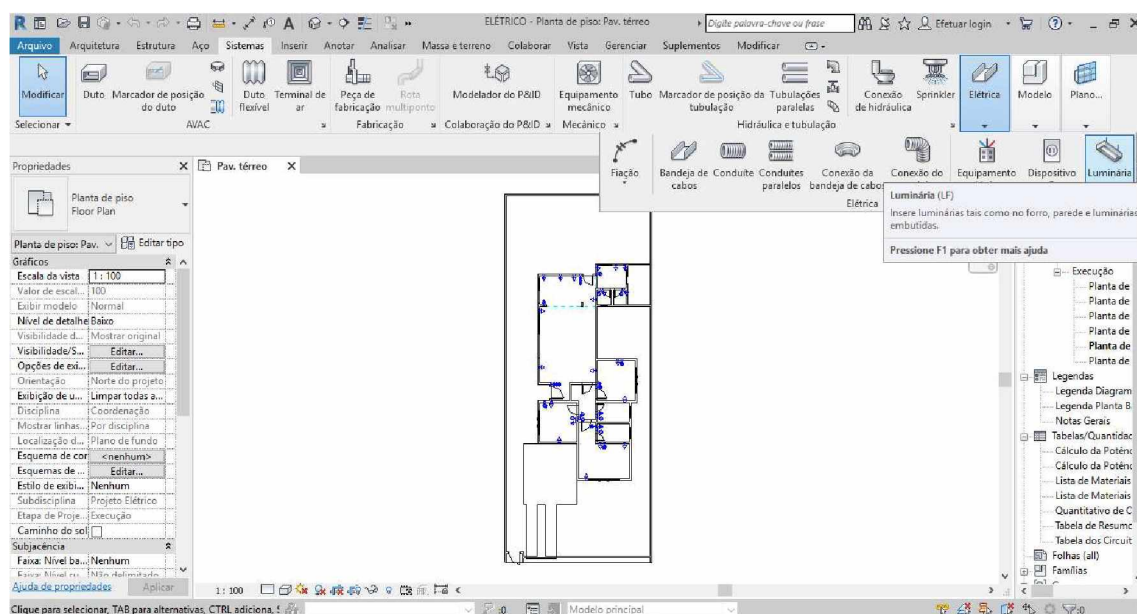
Figura 123 – Planta elétrica e legenda



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Sistema”, clique em “Luminárias” para iniciar a inserção dos pontos de luz (Figura 124).

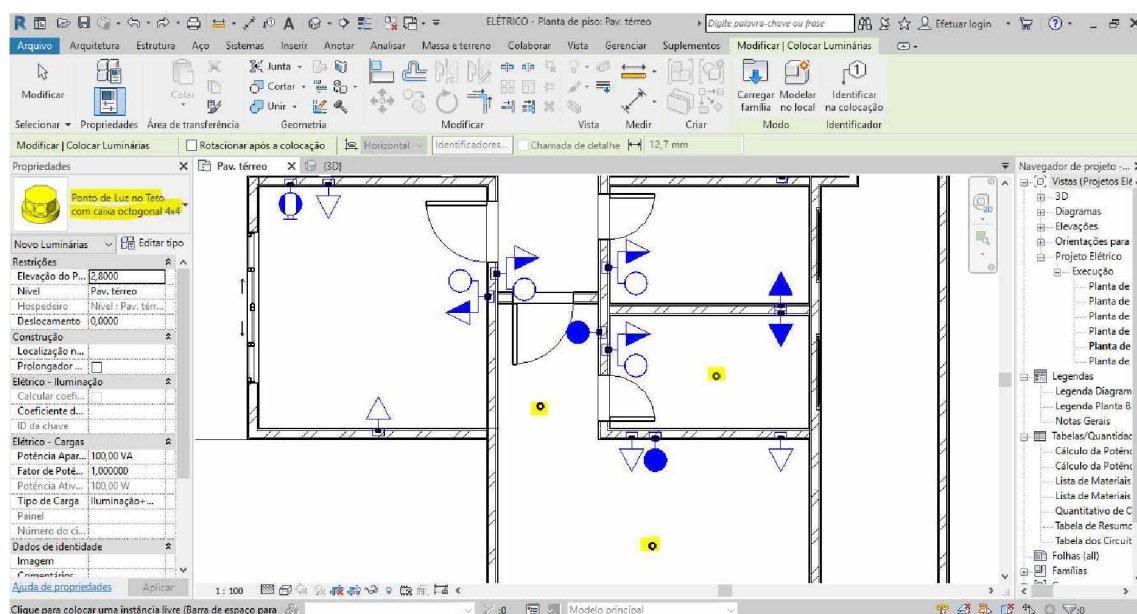
Figura 124 - Luminárias



Fonte: Próprio autor, (2019).

O próximo passo será locar as caixas octogonais com os pontos de luz (Figura 125).

Figura 125 – Locação das caixas octogonais

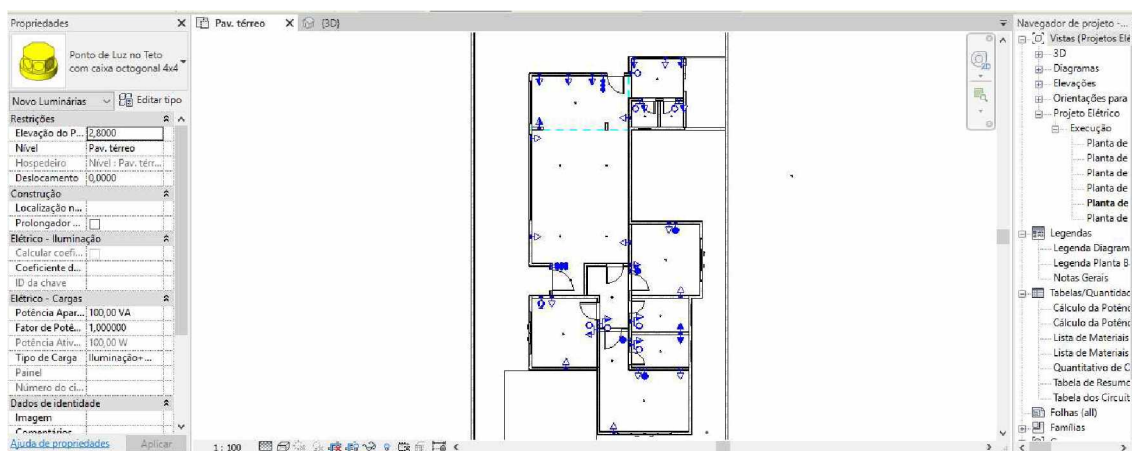


Fonte: Próprio autor, (2019).



Repita esse processo locando todos os pontos de luz do projeto (Figura 126).

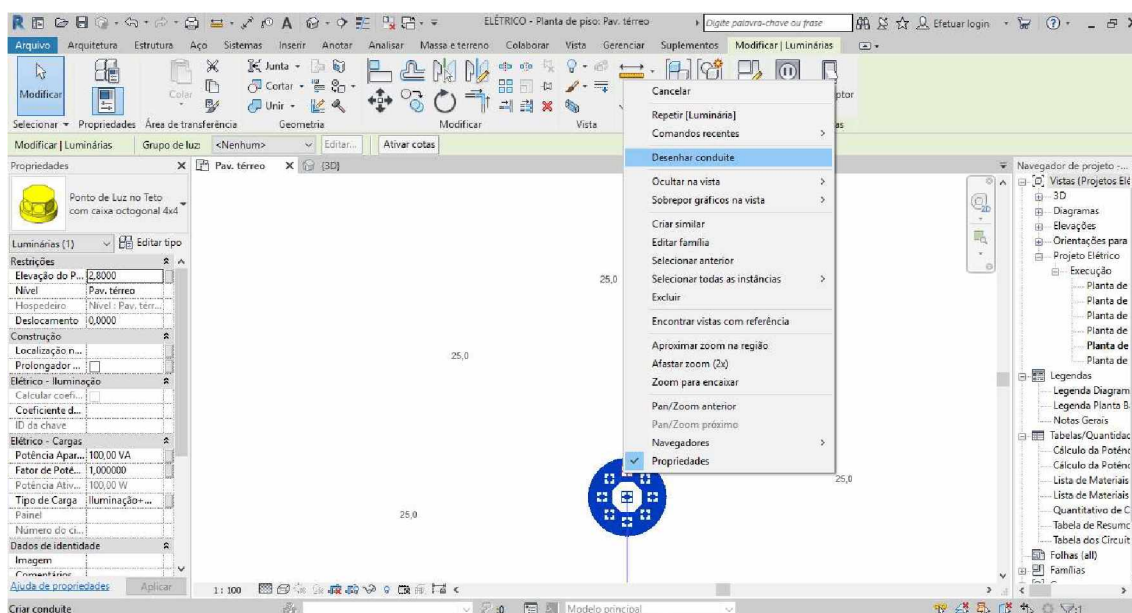
Figura 126 – Pontos de luz



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após inseridas todas as caixas octogonais, deve-se inserir as conexões entre as caixas, para isso, clique na caixa e em “Desenhar conduíte” (Figura 127).

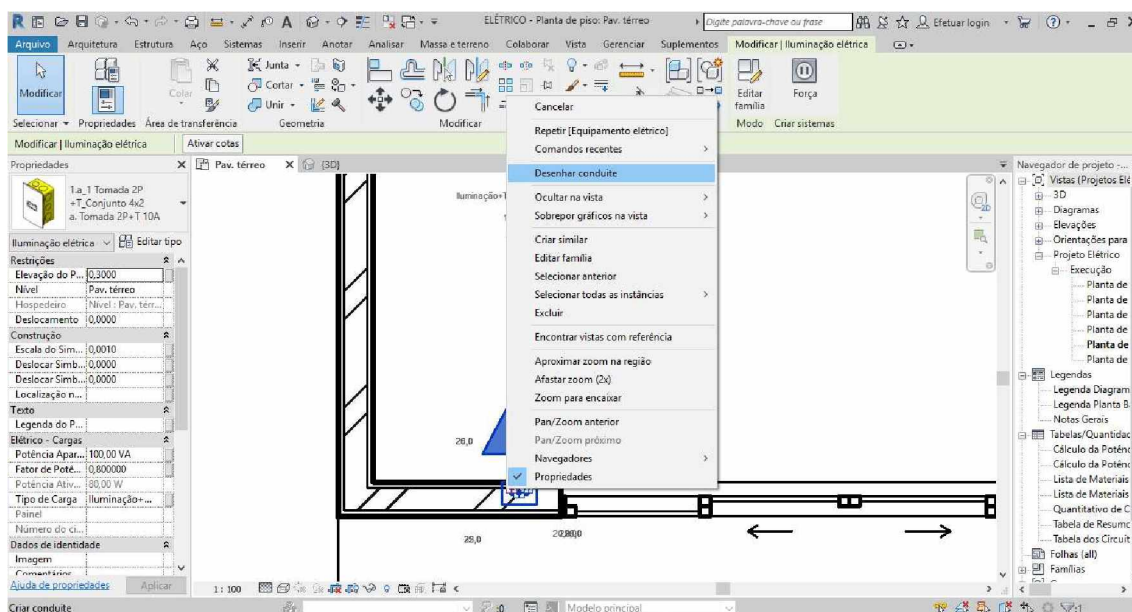
Figura 127 – Desenhar conduíte



Fonte: Próprio autor, (2019).

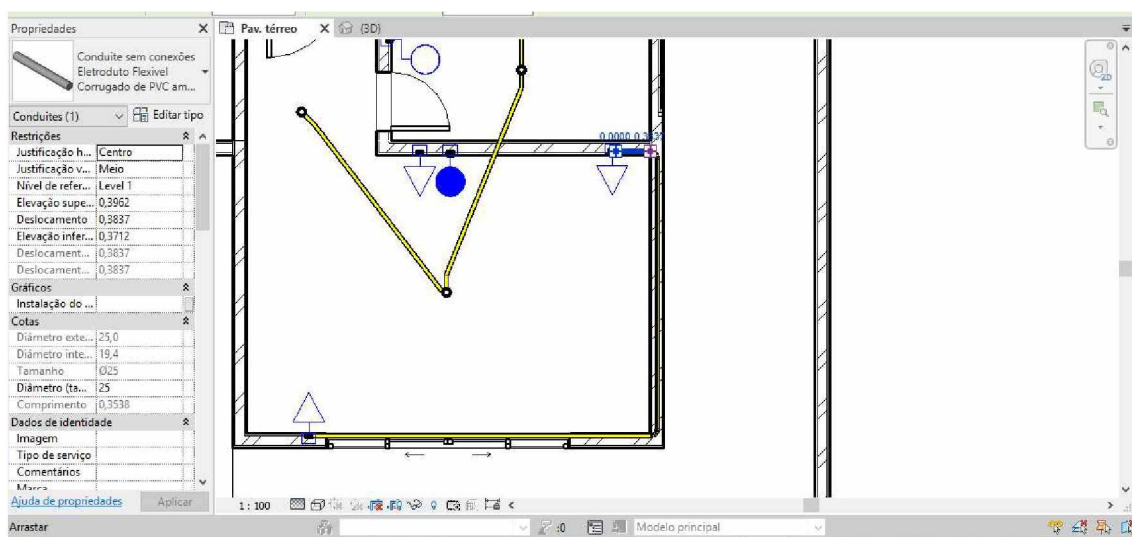
Após ligar todas as caixas octogonais, repita o processo para as tomadas e interruptores, criar os diferentes circuitos, interligar os pontos (Figura 128 e 129).

Figura 128 – Ligação com a tomada



Fonte: Próprio autor, (2019).

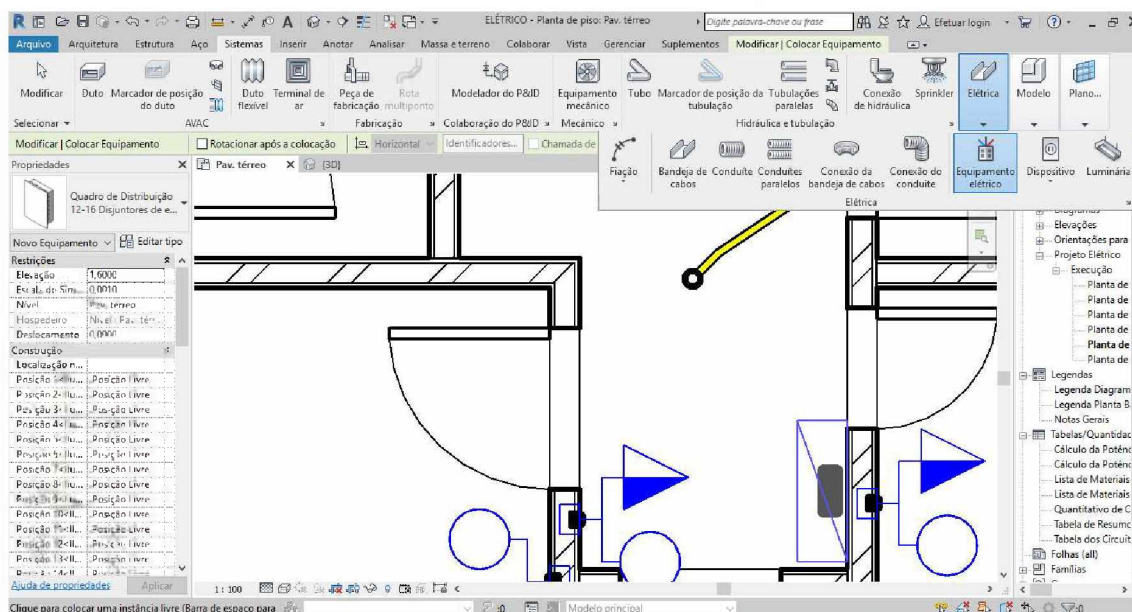
Figura 129 – Ligações dos eletrodutos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Após interligar os eletrodutos e os dispositivos elétricos, deve-se inserir o quadro de distribuição, no menu de “Elétrica” selecione “Equipamento elétrico” (Figura 130).

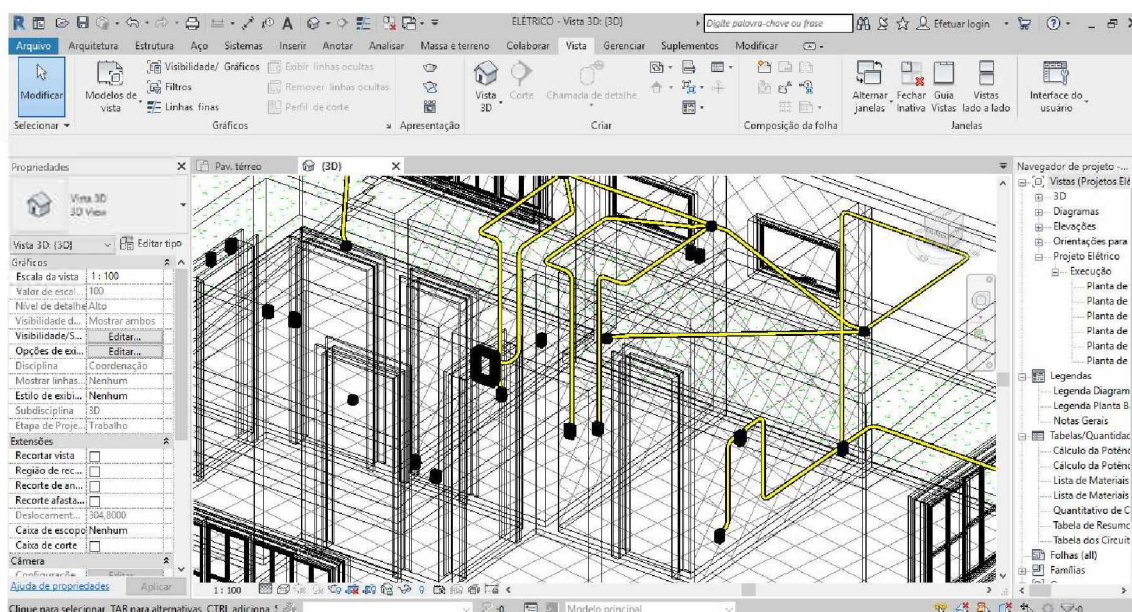
Figura 130 – Quadro de distribuição



Fonte: Próprio autor, (2019).

Na figura 131, pode-se observar a ligação de um dos circuitos do projeto, ao quadro de distribuição.

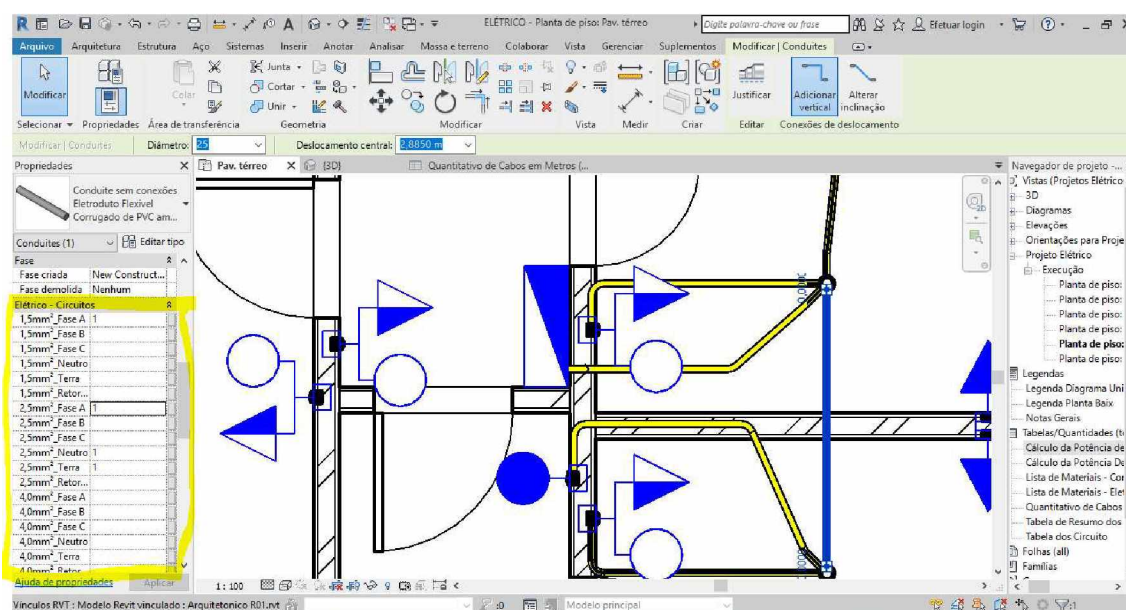
Figura 131 – Ligação dos circuitos



Fonte: Próprio autor, (2019).

Repita o processo, de modo a criar todos os eletrodutos do projeto elétrico. A última etapa do projeto elétrico, é inserir os cabos dentro dos eletrodutos. Para isso, clique no eletroduto e no menu “Propriedades”, escolha quantos e quais fios estarão dentro dele (Figura 132).

Figura 132 - Inserir cabos nos eletrodutos



Fonte: Próprio autor, (2019).

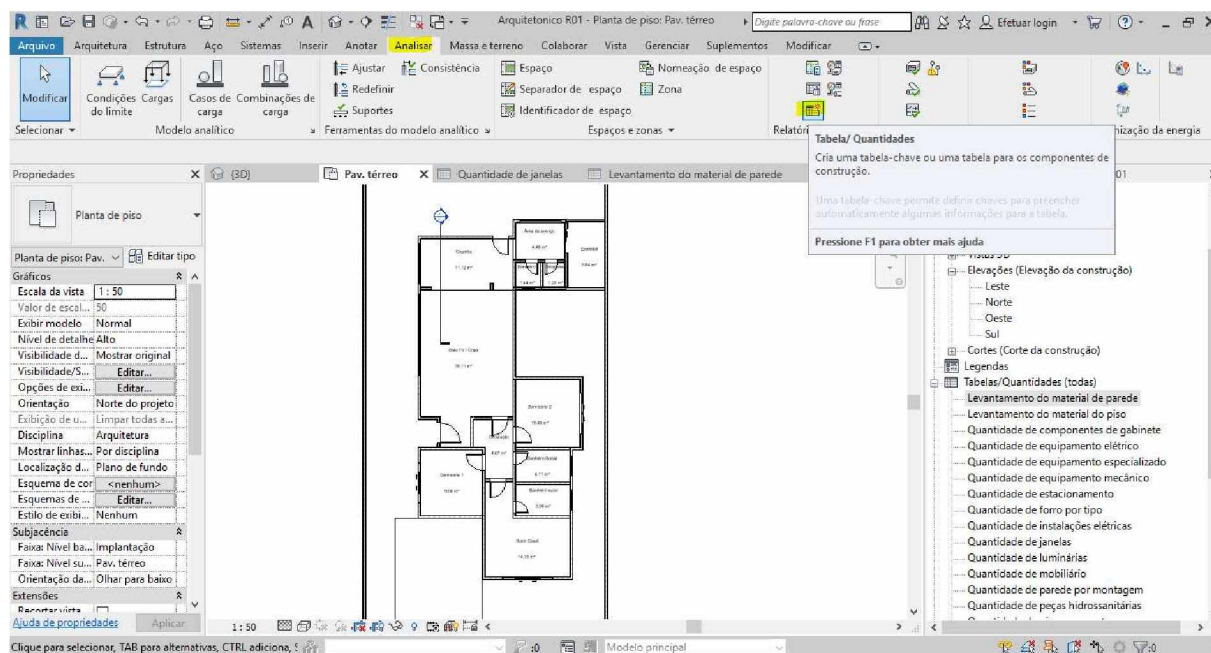
## 4.5 Levantamento de quantitativos

O levantamento de quantitativos utilizando o *Revit*® consiste na extração de tabelas do modelo. Por meio dessas tabelas, obtêm-se os materiais empregados no modelo desenvolvido e pode-se seguir adiante com a elaboração do orçamento.

### 4.5.1 Quantitativos do projeto arquitetônico

O primeiro passo é a criação das tabelas/quantidades, para isso, no menu “Analisar”, clique na opção “Tabela/Quantidades” (Figura 133).

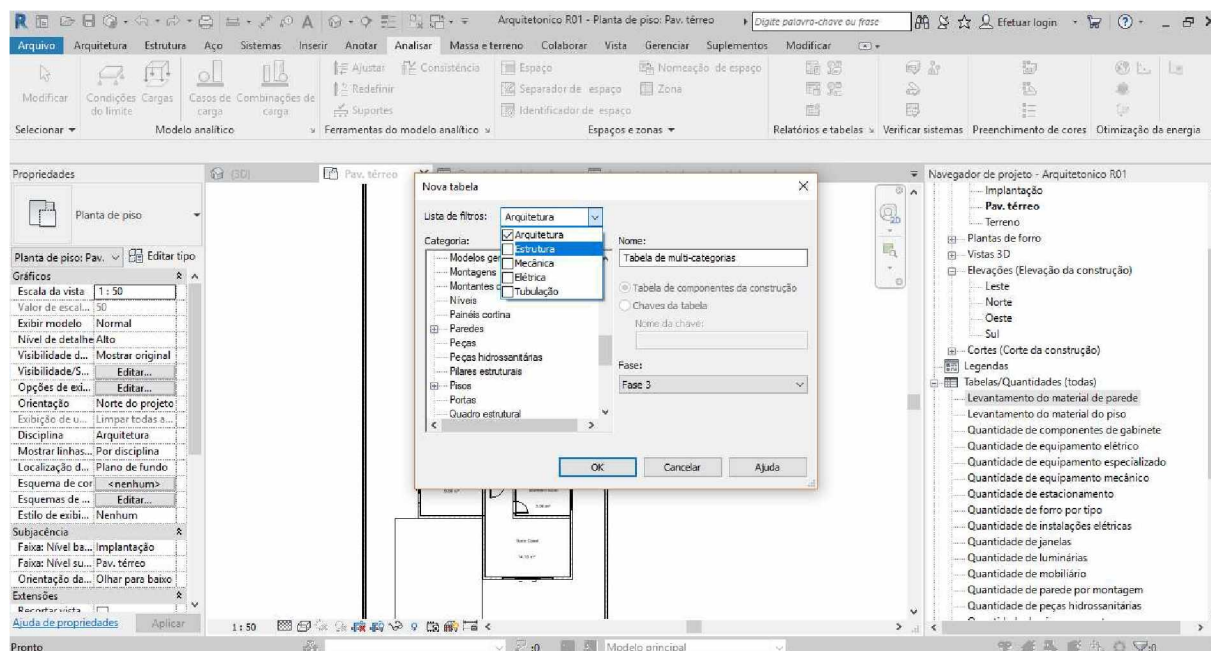
Figura 133 – Criar tabelas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Escolha os filtros, categoria, nome da nova tabela e clique em “Ok” (Figura 134).

Figura 134 – Configurações iniciais da tabela

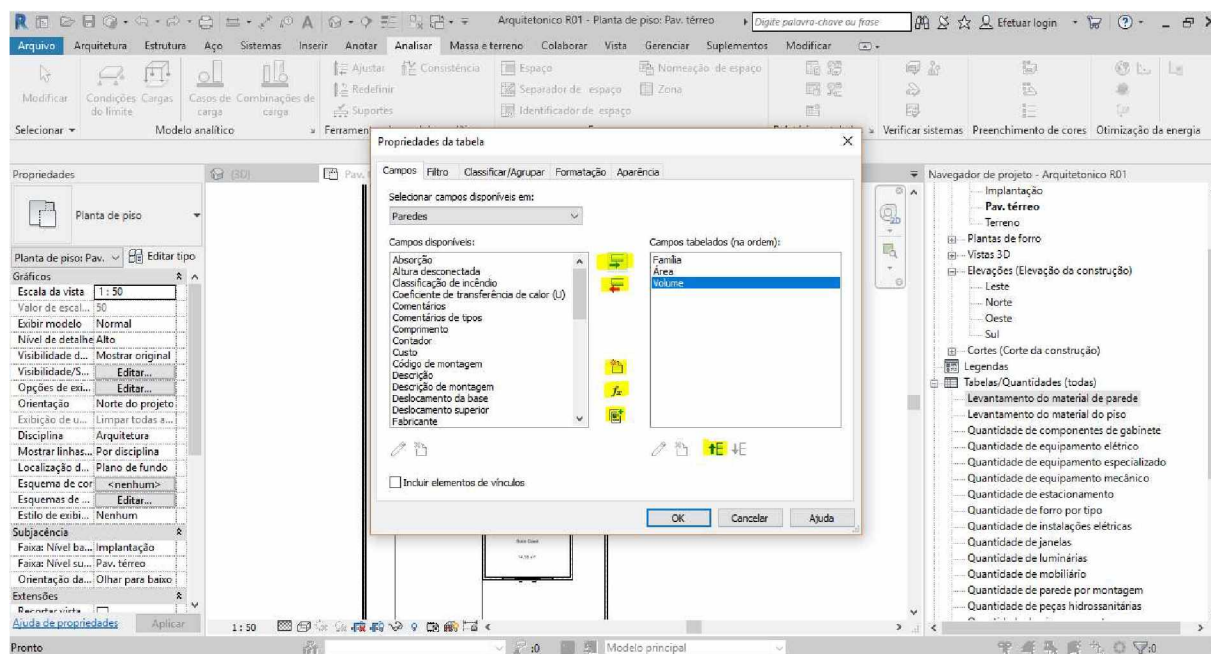


Fonte: Próprio autor, (2019).

A próxima tela é referente as configurações de campos disponíveis. Para incluir um campo na tabela, basta clicar no campo desejado e clicar em “Adicionar parâmetro” (seta

verde), é possível remover os campos incluídos, clicando em “Remover parâmetro” (seta vermelha). Ainda existem as funções de “Criar um novo campo do zero”, “Inserir funções” e “Combinar”, além de ser possível modificar a ordem que os campos aparecem na tabela (Figura 135).

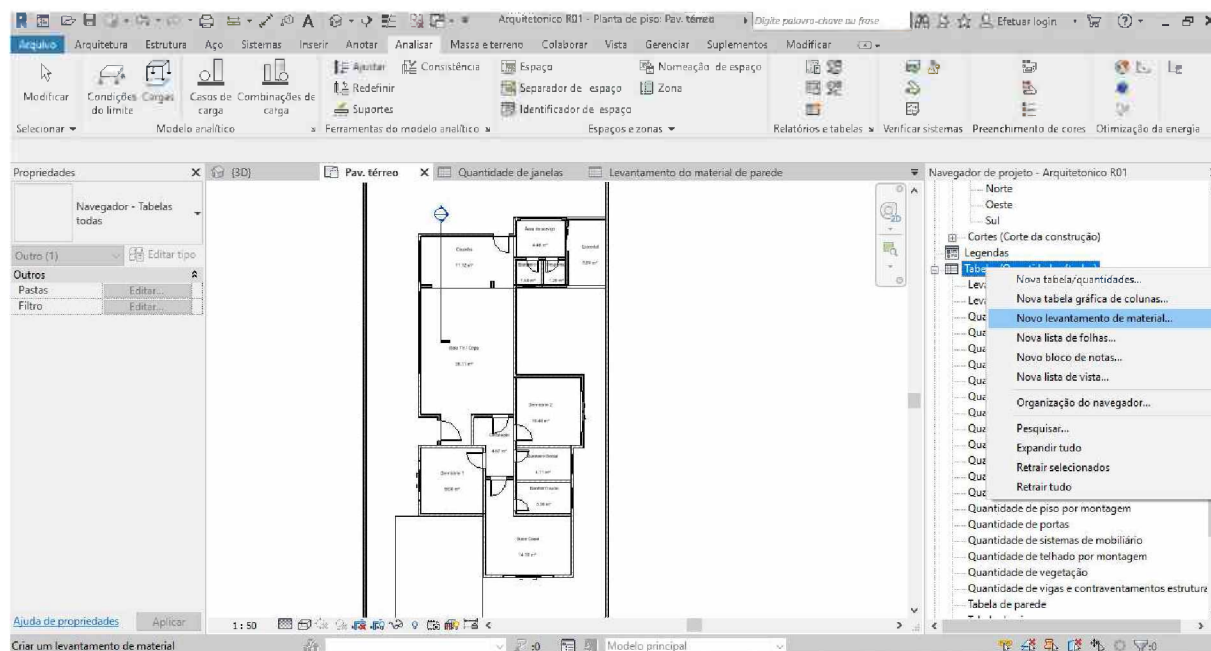
Figura 135 – Propriedades da tabela



Fonte: Próprio autor, (2019).

No menu “Navegador de projetos” é possível ainda realizar uma tabela mais detalhada a respeito de determinado sistema, denominada levantamento de materiais. Para isso, clique com o botão direito em cima de “Tabelas/Quantidades” e clique em “Novo levantamento de material” (Figura 136).

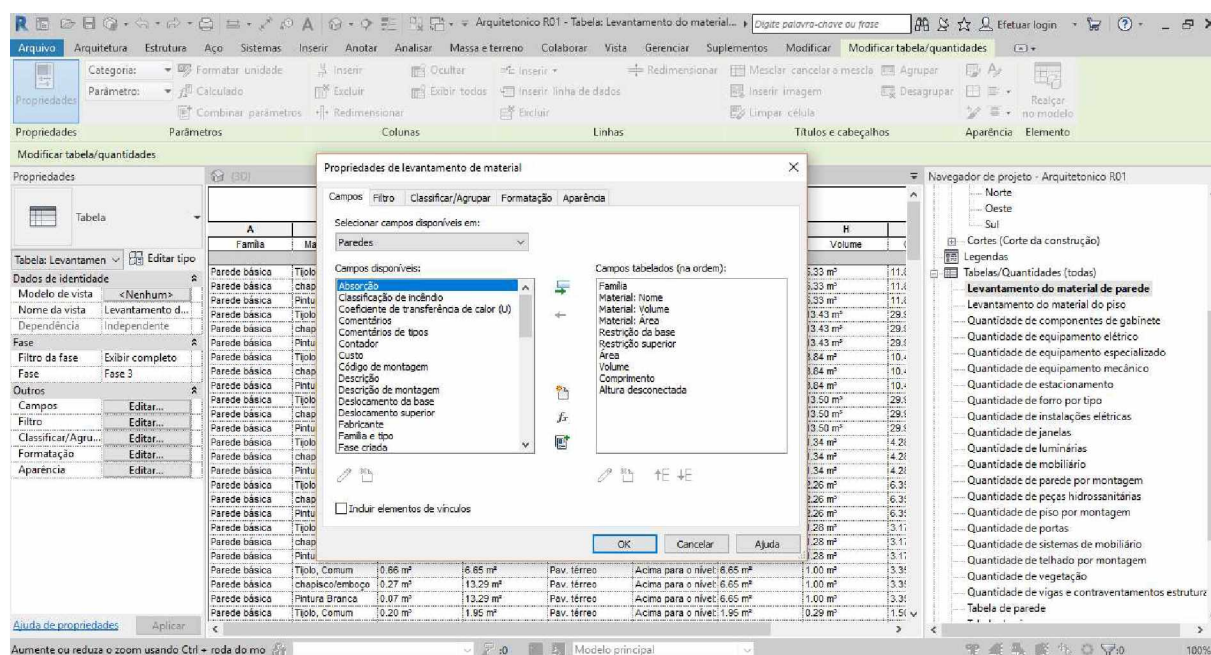
Figura 136 – Novo levantamento de material



Fonte: Próprio autor, (2019).

Como exemplo ao levantamento de material de paredes, é imputado os parâmetros observador na Figura 137.

Figura 137 – Levantamento de materiais parâmetros



Fonte: Próprio autor, (2019).

Ao clicar em “Ok”, uma tabela será gerada com as informações selecionadas. É possível editar a visualização dos dados (Figura 138).

Figura 138 – Levantamento do material de parede

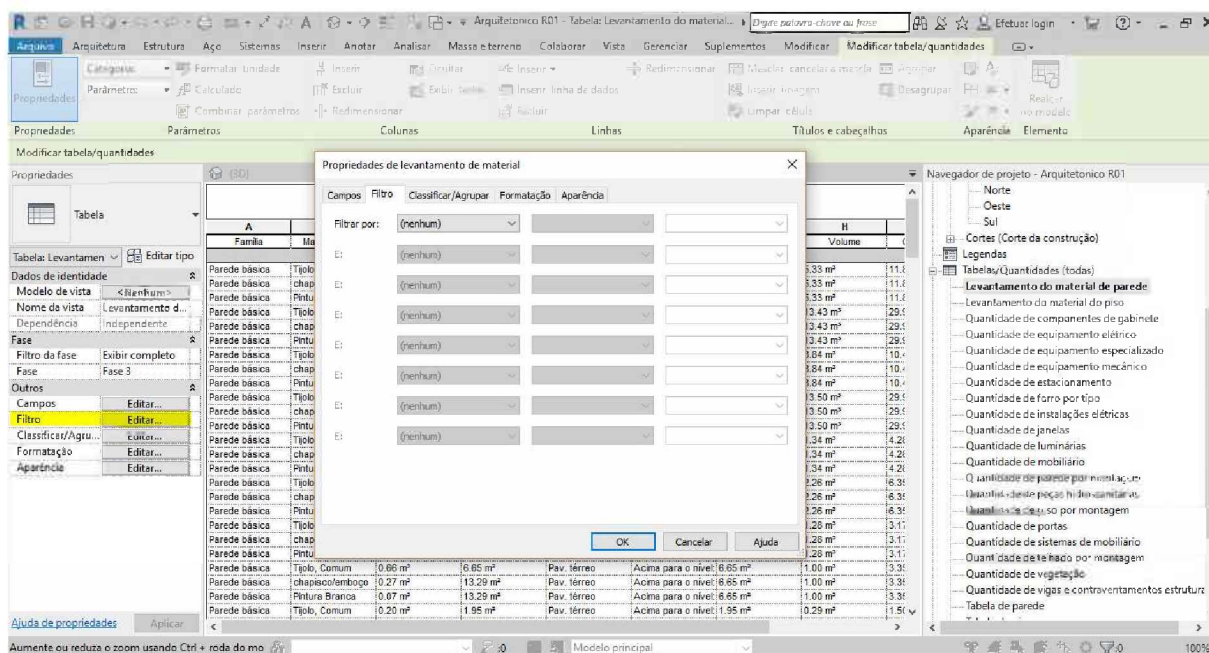
Família	Material	Nome	Material	Volume	Material	Área	Restrição da base	Restrição superior	Área	Volume
Parede básica	Tijolo, Comum			35,55 m³		171,10 m²	Implantação	Não conectado	35,55 m²	5,33 m³
Parede básica	chapisco/emboço			1,42 m³		71,10 m²	Implantação	Não conectado	35,55 m²	5,33 m³
Parede básica	Pintura Cinza			0,36 m³		71,10 m²	Implantação	Não conectado	35,55 m²	5,33 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			8,96 m³		89,55 m²	Implantação	Não conectado	89,55 m²	13,43 m³
Parede básica	chapisco/emboço			3,58 m³		179,10 m²	Implantação	Não conectado	89,55 m²	13,43 m³
Parede básica	Pintura Cinza			0,90 m³		179,10 m²	Implantação	Não conectado	89,55 m²	13,43 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			2,56 m³		25,62 m²	Implantação	Não conectado	25,62 m²	3,84 m³
Parede básica	chapisco/emboço			1,02 m³		51,24 m²	Implantação	Não conectado	25,62 m²	3,84 m³
Parede básica	Pintura Cinza			0,26 m³		51,24 m²	Implantação	Não conectado	25,62 m²	3,84 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			9,00 m³		90,00 m²	Implantação	Não conectado	90,00 m²	13,50 m³
Parede básica	chapisco/emboço			3,60 m³		180,00 m²	Implantação	Não conectado	90,00 m²	13,50 m³
Parede básica	Pintura Cinza			0,90 m³		180,00 m²	Implantação	Não conectado	90,00 m²	13,50 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			0,96 m³		8,96 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,96 m²	1,34 m³
Parede básica	chapisco/emboço			0,36 m³		17,82 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,96 m²	1,34 m³
Parede básica	Pintura Branca			0,89 m³		17,82 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,96 m²	1,34 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			1,51 m³		15,06 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	15,06 m²	2,26 m³
Parede básica	chapisco/emboço			0,60 m³		30,12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	15,06 m²	2,26 m³
Parede básica	Pintura Branca			0,15 m³		30,12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	15,06 m²	2,26 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			0,86 m³		8,56 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,56 m²	1,28 m³
Parede básica	chapisco/emboço			0,34 m³		17,12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,56 m²	1,28 m³
Parede básica	Pintura Branca			0,09 m³		17,12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8,56 m²	1,28 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			0,66 m³		6,65 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6,65 m²	1,00 m³
Parede básica	chapisco/emboço			0,27 m³		13,29 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6,65 m²	1,00 m³
Parede básica	Pintura Branca			0,07 m³		13,29 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6,65 m²	1,00 m³
Parede básica	Tijolo, Comum			0,20 m³		1,95 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1,95 m²	0,29 m³

Fonte: Próprio autor, (2019).

No levantamento foram contabilizados os materiais dos quais as paredes do modelo são compostas, sendo bloco cerâmico (tijolo comum), chapisco/emboço, pintura e revestimento cerâmico. É possível filtrar a tabela por material, de modo a tornar mais fácil a leitura do total de cada um, para isso, clique em “Filtro”, “Editar” (Figura 139).



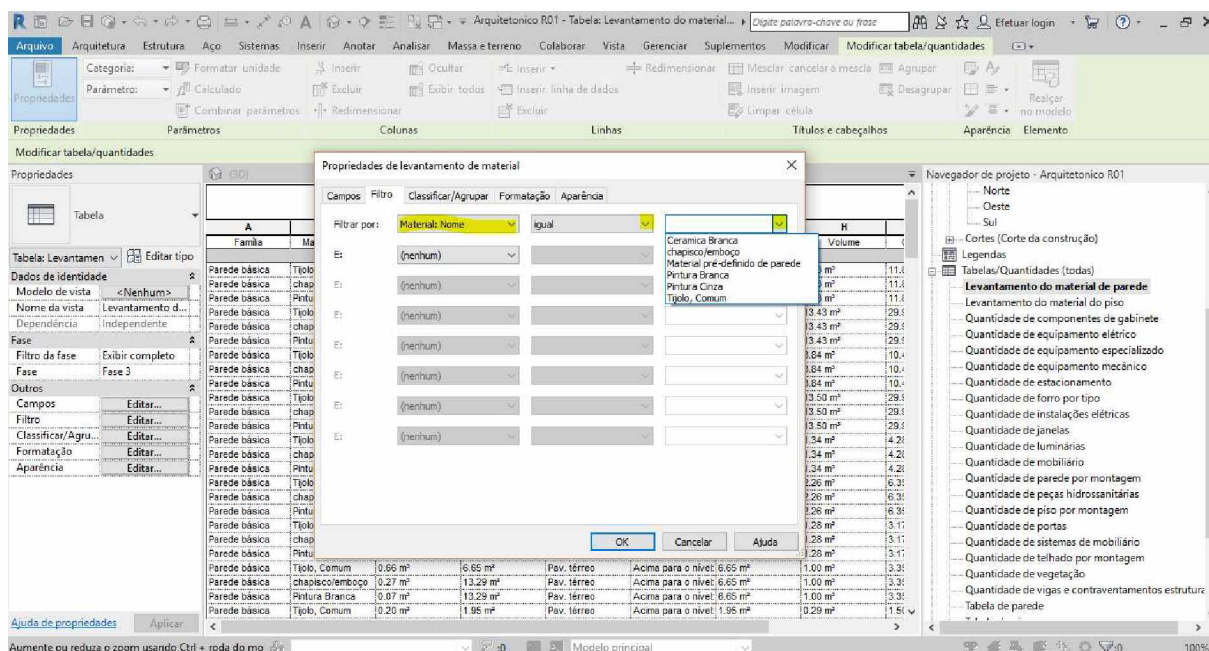
Figura 139 – Filtros



Fonte: Próprio autor, (2019).

Escolha o tipo de filtro e o material o qual deseja-se estar observando (Figura 140).

Figura 140 – Escolha dos filtros



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para ilustrar, foi selecionado o material: cerâmica branca, como pode ser observado na Figura 141. Com isso, pode-se obter a área total de revestimento cerâmico aplicado nas paredes.

Figura 141 – Aplicação do filtro

<Levantamento do material de parede>									
A	B	C	D	E	F	G	H		
Família	Material Nome	Material Volume	Material Área	Restrição da base	Restrição superior	Área	Volume	Cor	
Parede básica	Cerâmica Branca	0.01 m³	2.16 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 2.16 m²	0.32 m²	0.80 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.02 m³	4.48 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 4.48 m²	0.67 m²	2.55 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.04 m³	7.56 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 7.56 m²	1.13 m²	2.80 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.07 m³	13.76 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 13.76 m²	2.06 m²	6.80 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.07 m³	14.31 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 14.31 m²	1.07 m²	2.80 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.04 m³	7.16 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 7.16 m²	1.07 m²	2.80 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.02 m³	3.65 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 3.65 m²	0.55 m²	1.35 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.02 m³	3.24 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 3.24 m²	0.49 m²	1.35 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.02 m³	4.75 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 4.75 m²	0.71 m²	2.50 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.05 m³	10.88 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 10.88 m²	1.63 m²	4.65 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.02 m³	3.03 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 3.03 m²	0.45 m²	1.26 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.01 m³	2.18 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 2.18 m²	0.33 m²	1.35 m		
Parede básica	Cerâmica Branca	0.04 m³	8.05 m²	Pav. térreo	Acima para o nível: 8.05 m²	1.21 m²	3.35 m		
Total geral: 13		0.43 m³	88.19 m²						

Fonte: Próprio autor, (2019).

Esse procedimento também pode ser repetido para os outros materiais da parede, de modo a possibilitar visualização mais clara de seus quantitativos. Para o levantamento de materiais do piso, o processo foi realizado de forma análoga. É importante dizer que, caso deseje-se visualizar a que parte do projeto determinado material se destina, basta clicar sobre seu nome na tabela, que o mesmo será realçado no modelo (Figura 142).

Figura 142 – Observar tabela e modelo

The screenshot displays a BIM software interface with a 3D model of a floor slab on the left and a material quantity table on the right. The table, titled "<Levantamento do material do piso>", lists various materials and their quantities in square meters (m²) and meters (m).

Material	Nome	Material	Área	Material	Volume	Perímetro
A	B	C	D	E	F	G
Concreto	Faixa de 4.32 m²	0.22 m²	8.40 m			
Cerâmica Branca	4.32 m²	0.04 m²	8.40 m			
Concreto	Faixa de 1.44 m²	0.07 m²	4.80 m			
Cerâmica Branca	1.44 m²	0.01 m²	4.80 m			
Concreto	Faixa de 1.25 m²	0.06 m²	4.50 m			
Cerâmica Branca	1.25 m²	0.01 m²	4.50 m			
Concreto	Faixa de 41.51 m²	2.08 m²	29.70 m			
Cerâmica Branca	41.51 m²	0.42 m²	29.70 m			
Concreto	Faixa de 9.66 m²	0.48 m²	12.44 m			
Cerâmica Branca	9.66 m²	0.10 m²	12.44 m			
Concreto	Faixa de 4.11 m²	0.21 m²	8.40 m			
Cerâmica Branca	4.11 m²	0.04 m²	8.40 m			
Concreto	Faixa de 3.99 m²	0.20 m²	8.30 m			
Cerâmica Branca	3.99 m²	0.04 m²	8.30 m			
Concreto	Faixa de 14.16 m²	0.71 m²	17.56 m			
Cerâmica Branca	14.16 m²	0.14 m²	17.56 m			
Concreto	Faixa de 10.40 m²	0.52 m²	12.90 m			
Cerâmica Branca	10.40 m²	0.10 m²	12.90 m			
Concreto	Faixa de 4.67 m²	0.23 m²	9.66 m			
Cerâmica Branca	4.67 m²	0.05 m²	9.66 m			
A prova de umidade	28.98 m²	0.00 m²	35.28 m			
Concreto	Moldado 28.98 m²	5.07 m²	35.28 m			
Concreto	Faixa de 28.98 m²	1.45 m²	35.28 m			
gramas	283.66 m²	26.36 m²	146.39 m			
Material orç-defind	6.34 m²	0.95 m²	10.40 m			

Fonte: Próprio autor, (2019).

É importante ressaltar que o nível de detalhes obtidos na extração dos quantitativos é equivalente ao nível de detalhamento, o qual a maquete foi desenvolvida. Na Figura 143 à Figura 153, pode-se observar as tabelas de quantitativos geradas a partir do projeto arquitetônico modelado em BIM.



Figura 144 – Quantidade de Chapisco + emboço

R Arquitetónico R01 - Tabela: Levantamento do material de parede									
<Levantamento do material de parede>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Material Nome	Material Volume	Material Área	Restrição de base	Restrição superior	Área	Volume	Comprimento	Altura desconecta
Parede básica	chapisco/emboço	1.42 m²	71.10 m²	Implantação	Não conectado	35.55 m²	5.33 m³	11.85 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	3.58 m²	179.10 m²	Implantação	Não conectado	89.55 m²	13.43 m³	29.93 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	1.02 m²	51.24 m²	Implantação	Não conectado	25.62 m²	3.84 m³	10.43 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	3.60 m²	180.00 m²	Implantação	Não conectado	90.00 m²	13.50 m³	29.93 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.36 m²	17.92 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.96 m²	1.34 m³	4.28 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.60 m²	30.12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	15.06 m²	2.26 m³	6.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.34 m²	17.12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.56 m²	1.28 m³	3.17 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.27 m²	13.29 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6.65 m²	1.00 m³	3.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.08 m²	3.90 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1.95 m²	0.29 m³	1.50 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.10 m²	5.13 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	2.57 m²	0.38 m³	0.95 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.49 m²	24.29 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	12.14 m²	1.82 m³	6.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.09 m²	4.32 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	2.16 m²	0.32 m³	0.80 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.18 m²	8.97 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	4.48 m²	0.67 m³	2.55 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.32 m²	15.80 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.90 m²	1.18 m³	3.00 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.05 m²	2.70 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1.35 m²	0.20 m³	0.50 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.28 m²	13.83 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6.92 m²	1.04 m³	3.45 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.36 m²	17.82 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.91 m²	1.34 m³	3.30 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.48 m²	23.76 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	11.88 m²	1.78 m³	4.40 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.00 m²	0.11 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	0.05 m²	0.01 m³	0.10 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.24 m²	12.26 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	6.24 m²	0.92 m³	3.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.30 m²	15.12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.56 m²	1.13 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.55 m²	27.51 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	13.76 m²	2.05 m³	6.80 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.29 m²	14.31 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.16 m²	1.07 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.08 m²	3.82 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1.91 m²	0.29 m³	1.48 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.29 m²	14.31 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.16 m²	1.07 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.34 m²	17.12 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.56 m²	1.28 m³	3.17 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.16 m²	8.10 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	4.05 m²	0.61 m³	1.50 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.14 m²	7.05 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.53 m²	0.53 m³	2.08 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.07 m²	3.56 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1.78 m²	0.27 m³	1.20 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.15 m²	7.29 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.65 m²	0.55 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.13 m²	6.48 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.24 m²	0.49 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.06 m²	2.84 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	1.42 m²	0.21 m³	0.60 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.19 m²	9.51 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	4.75 m²	0.71 m³	2.50 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.44 m²	21.75 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	10.88 m²	1.63 m³	4.65 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.04 m²	1.89 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	0.95 m²	0.14 m³	0.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.08 m²	4.25 m²	Pav. térreo	Não conectado	2.12 m²	0.32 m³	1.43 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.08 m²	4.20 m²	Pav. térreo	Não conectado	2.10 m²	0.32 m³	0.78 m	3.00 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.14 m²	7.08 m²	Cobertura	Acima para o nível:	3.54 m²	0.53 m³	1.20 m	2.95 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.14 m²	7.08 m²	Cobertura	Acima para o nível:	3.54 m²	0.53 m³	1.20 m	2.95 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.16 m²	7.97 m²	Cobertura	Acima para o nível:	3.98 m²	0.60 m³	1.35 m	2.95 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.32 m²	16.20 m²	Cobertura	Não conectado	8.10 m²	1.22 m³	8.85 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.03 m²	1.71 m²	Cobertura	Não conectado	0.86 m²	0.13 m³	0.95 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.05 m²	2.70 m²	Cobertura	Não conectado	1.35 m²	0.20 m³	1.50 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.03 m²	1.71 m²	Cobertura	Não conectado	0.86 m²	0.13 m³	0.95 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.12 m²	6.03 m²	Cobertura	Não conectado	3.02 m²	0.45 m³	3.35 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.11 m²	5.71 m²	Cobertura	Não conectado	2.85 m²	0.43 m³	3.17 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.11 m²	5.40 m²	Cobertura	Não conectado	2.70 m²	0.41 m³	3.00 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.15 m²	7.70 m²	Cobertura	Não conectado	3.85 m²	0.58 m³	4.28 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.23 m²	11.43 m²	Cobertura	Não conectado	5.72 m²	0.86 m³	6.35 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.02 m²	0.90 m²	Cobertura	Não conectado	0.45 m²	0.07 m³	0.50 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.12 m²	6.21 m²	Cobertura	Não conectado	3.11 m²	0.47 m³	3.45 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.12 m²	5.94 m²	Cobertura	Não conectado	2.97 m²	0.45 m³	3.30 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.16 m²	7.92 m²	Cobertura	Não conectado	3.96 m²	0.59 m³	4.40 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.04 m²	2.16 m²	Cobertura	Não conectado	1.08 m²	0.16 m³	1.35 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.07 m²	3.51 m²	Cobertura	Não conectado	1.76 m²	0.26 m³	1.95 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.09 m²	4.59 m²	Cobertura	Não conectado	2.30 m²	0.34 m³	2.55 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.03 m²	1.44 m²	Cobertura	Não conectado	0.72 m²	0.11 m³	0.80 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.16 m²	8.10 m²	Cobertura	Não conectado	4.05 m²	0.61 m³	1.65 m	0.90 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.13 m²	6.48 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.24 m²	0.49 m³	4.20 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.12 m²	6.06 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.03 m²	0.45 m³	1.26 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.09 m²	4.37 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	2.18 m²	0.33 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	chapisco/emboço	0.32 m²	16.10 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.05 m²	1.21 m³	3.35 m	2.70 m
Total geral	63	29.49 m²	1024.32 m²						

Fonte: Próprio autor, (2019).



Figura 147 – Levantamento cerâmica branca

Arquitetonico R01 - Tabela: Levantamento do material de parede									
<Levantamento do material de parede>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Material: Nome	Material: Volume	Material: Área	Restrição da base	Restrição superior	Área	Volume	Comprimento	Altura desconecta
Parede básica	Ceramica Branca	0.01 m³	2.16 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	2.16 m²	0.32 m³	0.80 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.02 m³	4.48 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	4.48 m²	0.67 m³	2.55 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.04 m³	7.56 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.56 m²	1.13 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.07 m³	13.76 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	13.76 m²	2.06 m³	6.80 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.07 m³	14.31 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.16 m²	1.07 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.04 m³	7.16 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	7.16 m²	1.07 m³	2.80 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.02 m³	3.65 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.65 m²	0.55 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.02 m³	3.24 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.24 m²	0.49 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.02 m³	4.75 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	4.75 m²	0.71 m³	2.50 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.05 m³	10.88 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	10.88 m²	1.63 m³	4.65 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.02 m³	3.03 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	3.03 m²	0.45 m³	1.26 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.01 m³	2.18 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	2.18 m²	0.33 m³	1.35 m	2.70 m
Parede básica	Ceramica Branca	0.04 m³	8.05 m²	Pav. térreo	Acima para o nível:	8.05 m²	1.21 m³	3.35 m	2.70 m
Total geral: 13		0.43 m³	85.19 m²						

Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 148 – Quantitativo de concreto do piso

<Levantamento do material do piso>			
A	B	C	D
Material: Nome	Material: Área	Material: Volume	Perímetro
Concreto, Faixa de:	4.32 m²	0.22 m³	8.40 m
Concreto, Faixa de:	1.44 m²	0.07 m³	4.80 m
Concreto, Faixa de:	1.26 m²	0.06 m³	4.50 m
Concreto, Faixa de:	41.51 m²	2.08 m³	29.70 m
Concreto, Faixa de:	9.66 m²	0.48 m³	12.44 m
Concreto, Faixa de:	4.11 m²	0.21 m³	8.40 m
Concreto, Faixa de:	3.98 m²	0.20 m³	8.30 m
Concreto, Faixa de:	14.16 m²	0.71 m³	17.56 m
Concreto, Faixa de:	10.40 m²	0.52 m³	12.90 m
Concreto, Faixa de:	4.67 m²	0.23 m³	9.66 m
Concreto, Faixa de:	28.96 m²	1.45 m³	35.26 m
Concreto, Faixa de:	6.34 m²	0.32 m³	10.40 m
Total geral: 12	130.79 m²	6.54 m³	

Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 149 – Quantidade Piso de grama

<Levantamento do material do piso>			
A	B	C	D
Material: Nome	Material: Área	Material: Volume	Perímetro
grama	253.56 m²	25.36 m³	145.39 m
Total geral: 1	253.56 m²	25.36 m³	

Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 150 – Quantitativo de piso cerâmico

<Levantamento do material do piso>			
A	B	C	D
Material: Nome	Material: Área	Material: Volume	Perímetro
Ceramica Branca	4.32 m <sup>2</sup>	0.04 m <sup>3</sup>	8.40 m
Ceramica Branca	1.44 m <sup>2</sup>	0.01 m <sup>3</sup>	4.80 m
Ceramica Branca	1.26 m <sup>2</sup>	0.01 m <sup>3</sup>	4.50 m
Ceramica Branca	41.51 m <sup>2</sup>	0.42 m <sup>3</sup>	29.70 m
Ceramica Branca	9.66 m <sup>2</sup>	0.10 m <sup>3</sup>	12.44 m
Ceramica Branca	4.11 m <sup>2</sup>	0.04 m <sup>3</sup>	8.40 m
Ceramica Branca	3.98 m <sup>2</sup>	0.04 m <sup>3</sup>	8.30 m
Ceramica Branca	14.16 m <sup>2</sup>	0.14 m <sup>3</sup>	17.56 m
Ceramica Branca	10.40 m <sup>2</sup>	0.10 m <sup>3</sup>	12.90 m
Ceramica Branca	4.67 m <sup>2</sup>	0.05 m <sup>3</sup>	9.66 m
Total geral: 10	95.50 m <sup>2</sup>	0.95 m <sup>3</sup>	

Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 151 – Quantitativo de janelas

<Quantidade de janelas>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Código de montagem	Descrição de montagem	Contar	Descrição da janela	Tipo	Largura	Altura	Tipo de janela	Do ambiente: Nome
		2	Janela de correr - 2 Painéis	Janela de blindex 2	2.00 m	1.10 m	31	
		1	Janela de correr - 2 Painéis	Janela de blindex 4	4.00 m	1.20 m	30	Sala TV / Copa
		1	Janela maxim-ar - 1 Painel	Janela maxim-ar 60	0.60 m	0.60 m	28	Banheiro
		2	Janela maxim-ar - 1 Painel	Janela maxim-ar 10	1.00 m	0.60 m	27	
B2020100	Windows	2	Janela-deslizante-quatro	200 x 120 Alumínio	2.00 m	1.20 m	24	
B2020100	Windows	1	Janela-deslizante-quatro	250 x 120 Alumínio	2.50 m	1.20 m	25	Suite Casal
Total geral								

Fonte: Próprio autor, (2019).

Figura 152 – Quantidade de portas

<Quantidade de portas>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Código de montagem	Descrição de montagem	Contar	Descrição da porta	Tipo	Largura	Altura	Espessura	Fabricante	Modelo	URL	Tipo de porta	
		4	M_Pilha única	0.60 x 2.10 madeira o	0.60 m	2.10 m	0.05 m				23	
		4	M_Pilha única	0.60 x 2.10 madeira o	0.60 m	2.10 m	0.05 m				24	
		1	M_Pilha única	1.00 x 2.10 madeira o	1.00 m	2.10 m	0.05 m				25	
C1020	Interior Doors	1	Porta-Deslizante-Dupla	Porta de corrim	1.20 m	2.10 m	0.05 m				27	
		1	M_Pilha única	0.80 x 2.10 Alumínio	0.80 m	2.10 m	0.05 m				28	
B2030200	Exterior Doors	1	P_Portão do Garagem (41)	7FH x 8FW	2.44 m	2.13 m					30	
B2030100	Exterior Gazed Doors - Wood	1	Produtos_Arq_Bq_Door_A	1.34" - 1x1 Panel	0.91 m	2.13 m	0.05 m	Karota, Inc.	A3050 Gaze	http://www.kar	32	
Total geral												

Fonte: Próprio autor, (2019).



Figura 153 – Quantitativo telhado

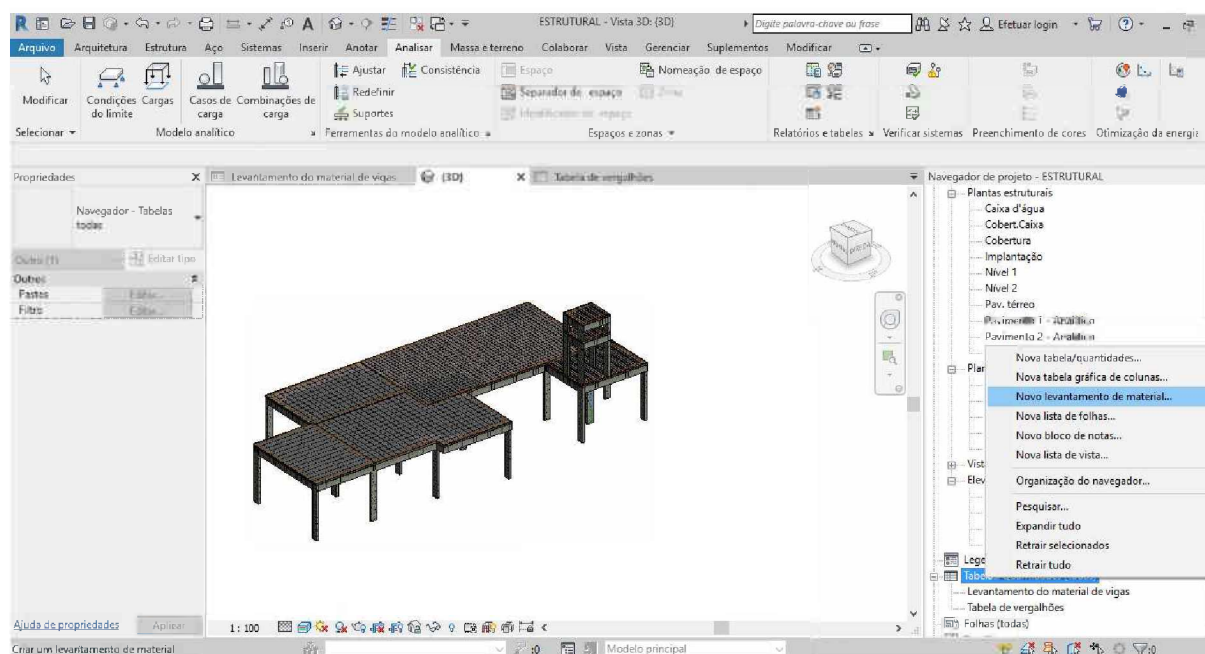
<Quantidade de telhado por montagem>			
A	B	C	D
Código de montagem	Montagem do telhado	Área	Comentários
telha fibrocimento			
	telha fibrocimento	98.85 m <sup>2</sup>	
telha fibrocimento: 1		98.85 m <sup>2</sup>	
Total gerat: 1		98.85 m <sup>2</sup>	

Fonte: Próprio autor, (2019).

#### 4.5.2 Quantitativos do projeto estrutural

Para o levantamento de quantitativo estrutural, serão contabilizados o volume de concreto da estrutura, área de fôrmas e a quantidade de aço em quilogramas. Analogamente ao procedimento executado para paredes, o primeiro passo para o levantamento do volume de concreto e área de fôrma para vigas, é criar um “Novo levantamento de materiais” (Figura 154).

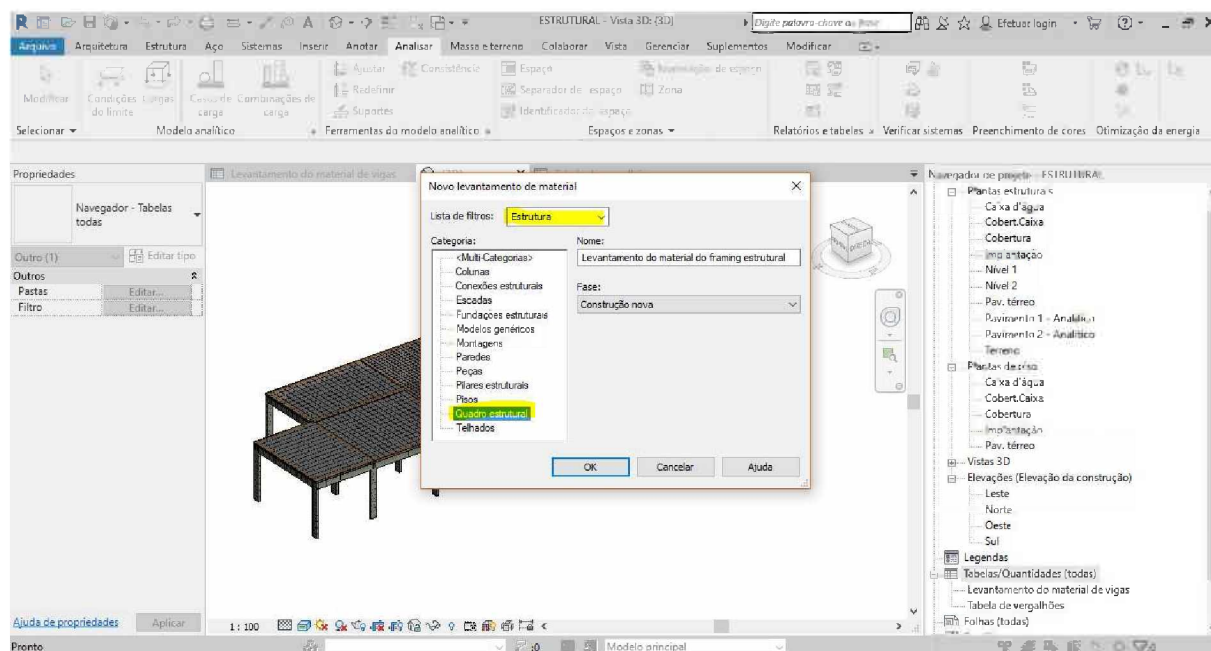
Figura 154 – Novo levantamento de material



Fonte: Próprio autor, (2019).

Selecione o filtro de estrutura e a categoria “Quadro estrutural”, essa categoria corresponde às vigas do modelo, clique em “Ok” (Figura 155).

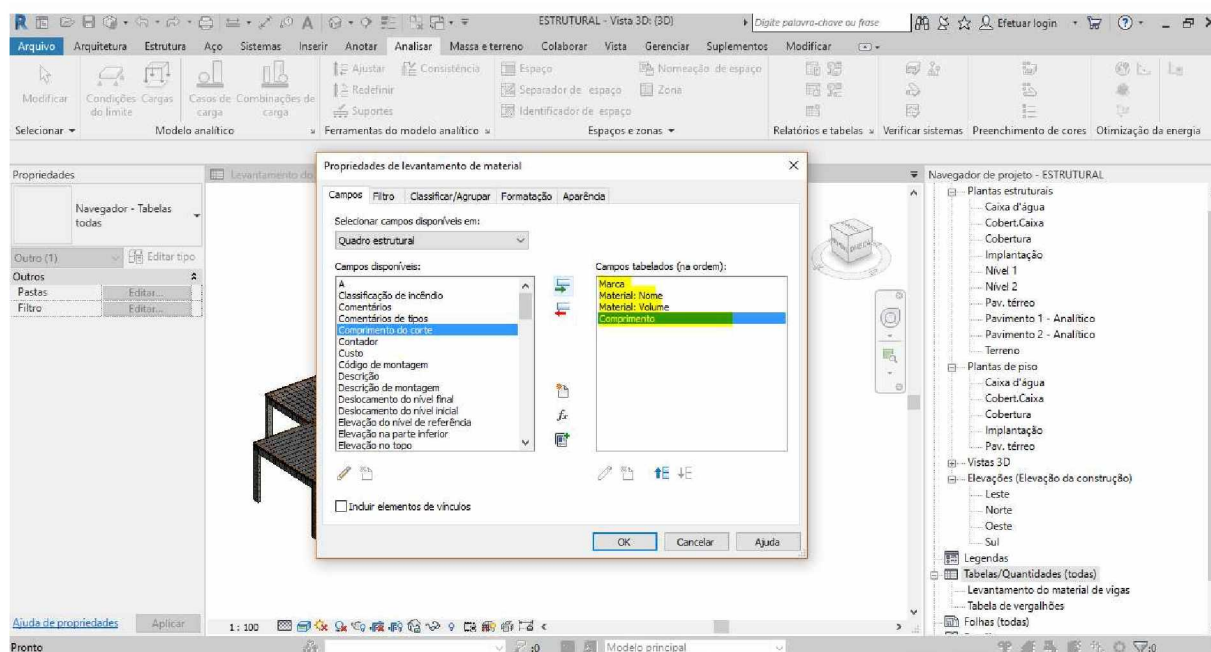
Figura 155 – Categoria novo levantamento



Fonte: Próprio autor, (2019).

Escolha os campos desejados para a tabela de vigas, conforme Figura 156.

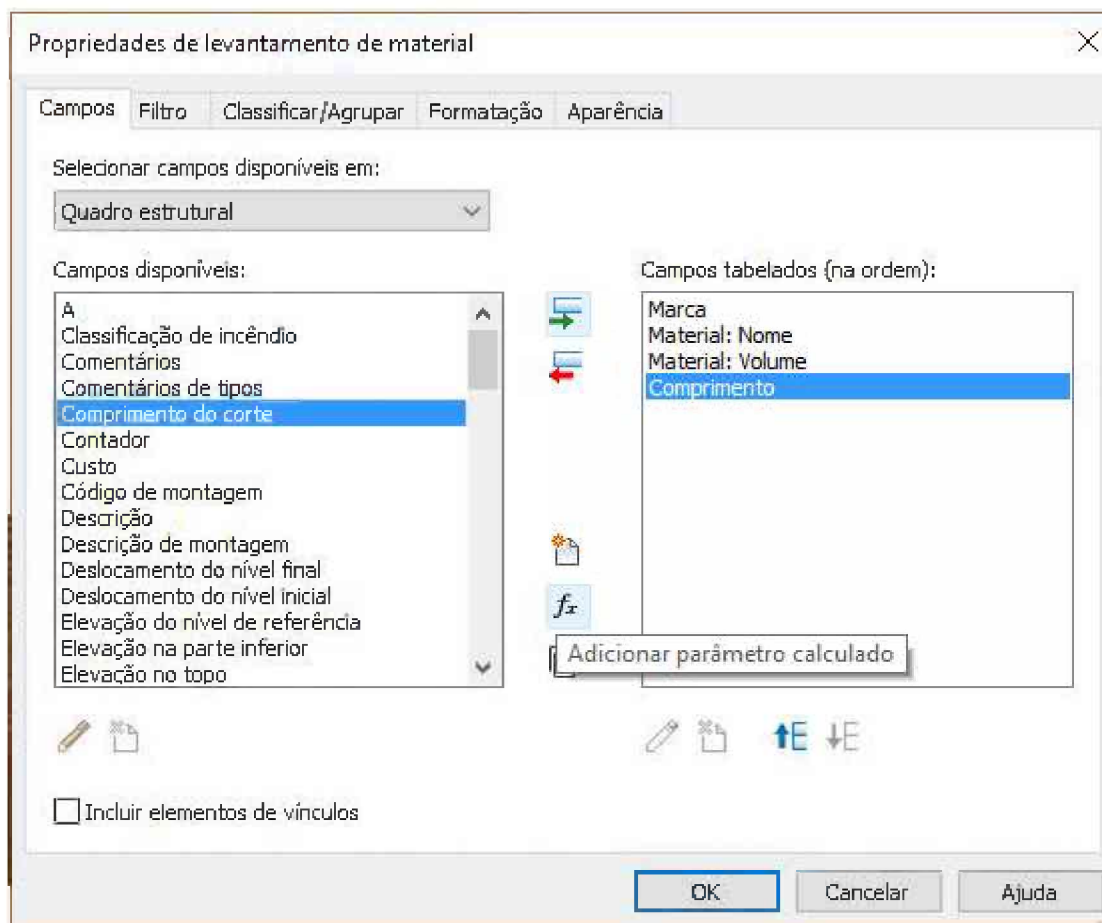
Figura 156 – Campos tabelados: vigas



Fonte: Próprio autor, (2019).

Para obter a área de fôrma das vigas, insira um parâmetro calculado (Figura 157).

Figura 157 – Novo parâmetro calculado

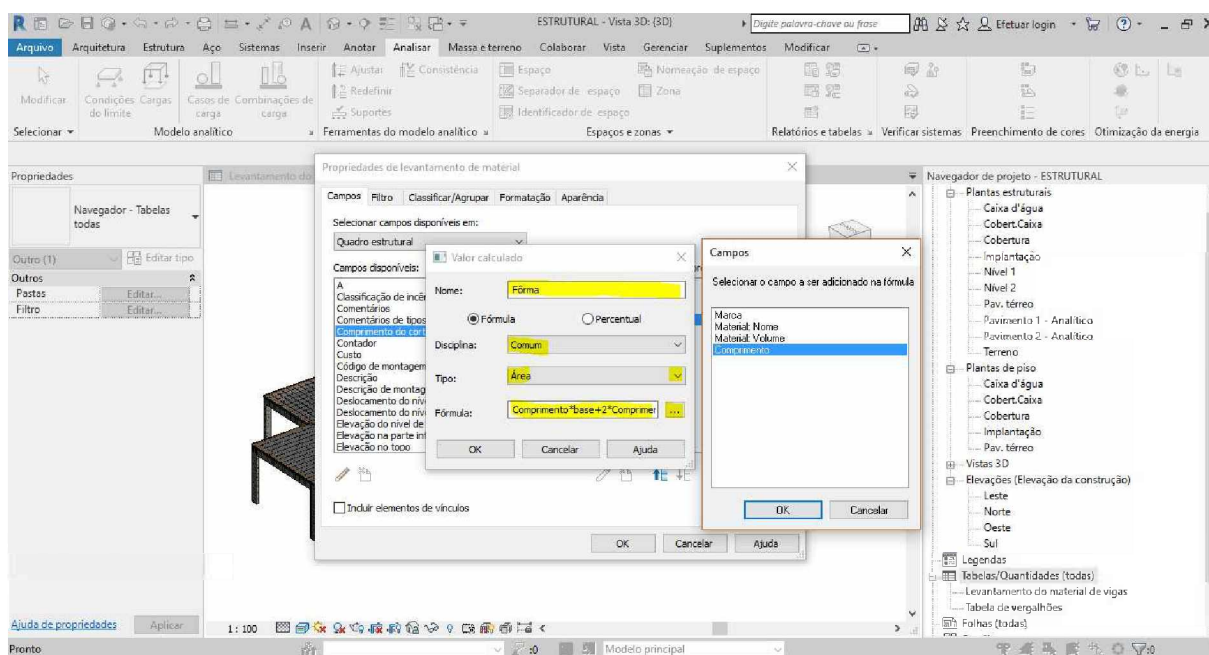


Fonte:

Próprio autor, (2019).

Escolha o nome do parâmetro como fôrma, configure as demais informações como pode-se observar na Figura 158, escreva a fórmula utilizada para calcular esse parâmetro. No caso de vigas, a área de fôrma pode ser descrita como sendo, a soma das áreas da base e das duas faces laterais da viga.

Figura 158 – Criar parâmetro de fôrma



Fonte: Próprio autor, (2019).

Com isso, obtém-se o quantitativo de concreto e de fôrma para as vigas (Figura 159)

Figura 159 – Volume de concreto e área de fôrma das vigas

ESTRUTURAL - Tabela: Levantamento do material de vigas				
<Levantamento do material de vigas>				
A	B	C	D	E
Material: Marca	Material: Nome	Material: Volume	Comprimento	Fôrma
VIGA	Concreto - Moldad	0.14 m³	4.42	3.18 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.21 m³	6.40	4.61 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.13 m³	3.45	2.48 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.11 m³	3.30	2.37 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.15 m³	4.40	3.17 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.08 m³	2.55	1.83 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.10 m³	3.02	2.17 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.10 m³	3.00	2.16 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.10 m³	3.17	2.28 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.45 m³	13.70	9.86 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.09 m³	2.80	2.02 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.12 m³	3.45	2.48 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.11 m³	3.19	2.30 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.08 m³	2.55	1.83 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.05 m³	1.58	1.14 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.17 m³	4.84	3.48 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.16 m³	4.66	3.36 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.11 m³	3.31	2.38 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.18	0.85 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.17	0.84 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.16 m³	4.58	3.29 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.03 m³	1.10	0.79 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.35	0.97 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.03 m³	1.20	0.86 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.36	0.98 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.35	0.97 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.03 m³	1.20	0.86 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.04 m³	1.36	0.98 m²
VIGA	Concreto - Moldad	0.03 m³	1.18	0.85 m²
Total geral: 29		2.97 m³		65.36 m²

Fonte: Próprio autor, (2019).

Repita o procedimento para pilares, mas desta vez, modificando a fórmula do parâmetro de fôrmas, de modo a contemplar as áreas das 4 faces laterais do pilar (Figura 160).

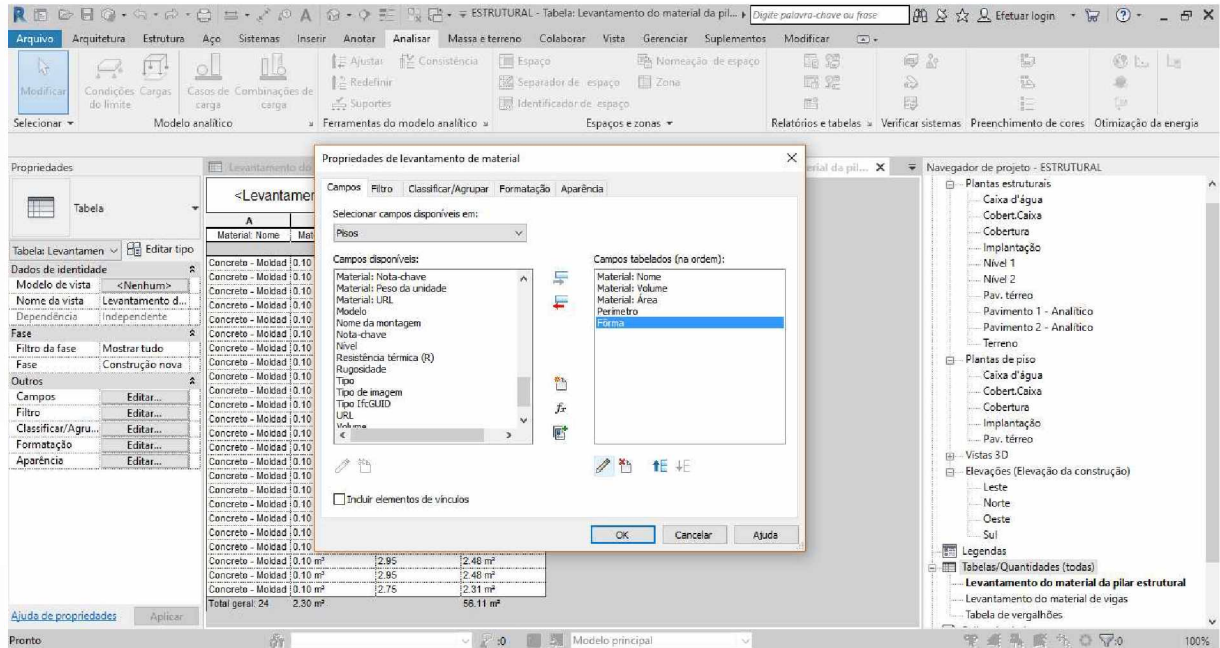
Figura 160 – Volume de concreto e área de fôrma dos pilares

<Levantamento do material da pilar estrutural>			
A	B	C	D
Material: Nome	Material: Volume	Comprimento	Fôrma
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.95	2.48 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.95	2.48 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.95	2.48 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.95	2.48 m <sup>2</sup>
Concreto - Moldad	0.10 m <sup>3</sup>	2.75	2.31 m <sup>2</sup>
Total geral: 24	2.30 m <sup>3</sup>		56.11 m <sup>2</sup>

Fonte: Próprio autor, (2019).

Para as lajes, selecione a categoria piso, em seguida, clique em “Novo levantamento de material”. Selecione os campos tabelados, conforme Figura 161.

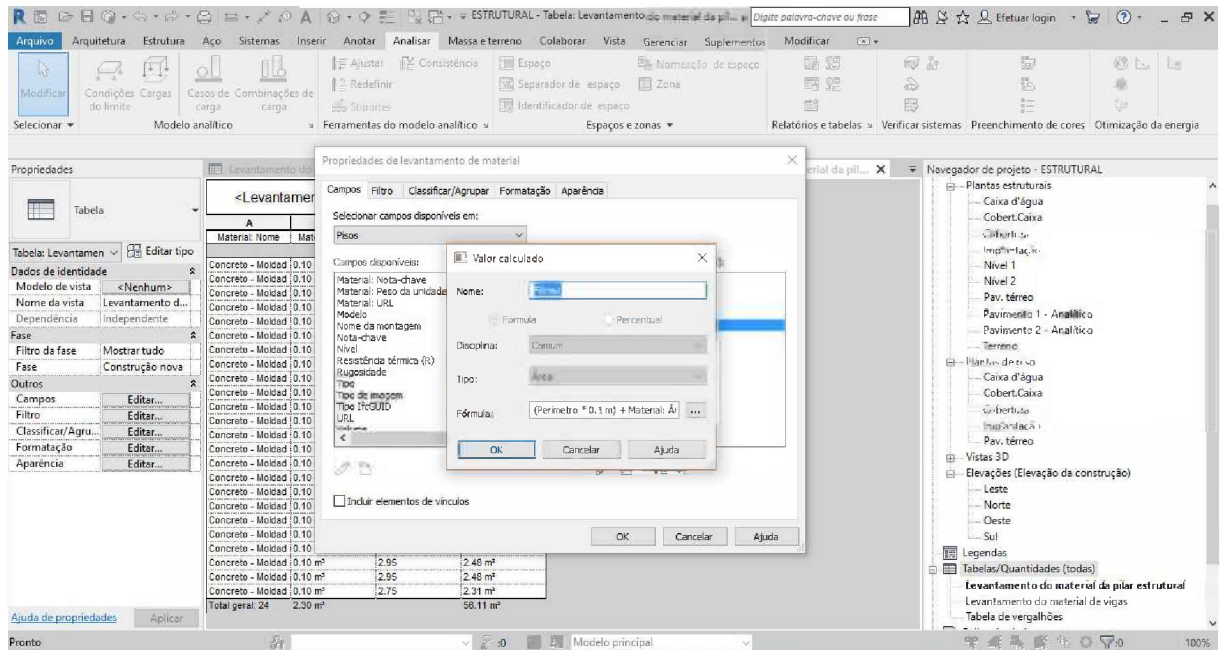
Figura 161 – Campos tabelados laje



Fonte: Próprio autor, (2019).

O parâmetro de fôrmas deverá ser ajustado, de modo a contemplar a área do piso e uma borda ao longo de todo o perímetro, como pode-se observar na Figura 162.

Figura 162 – Parâmetro fôrmas da laje



Fonte: Próprio autor, (2019).

Ajustado todos os fatores e componentes de tabela, gera-se a tabela de lajes (Figura 163).

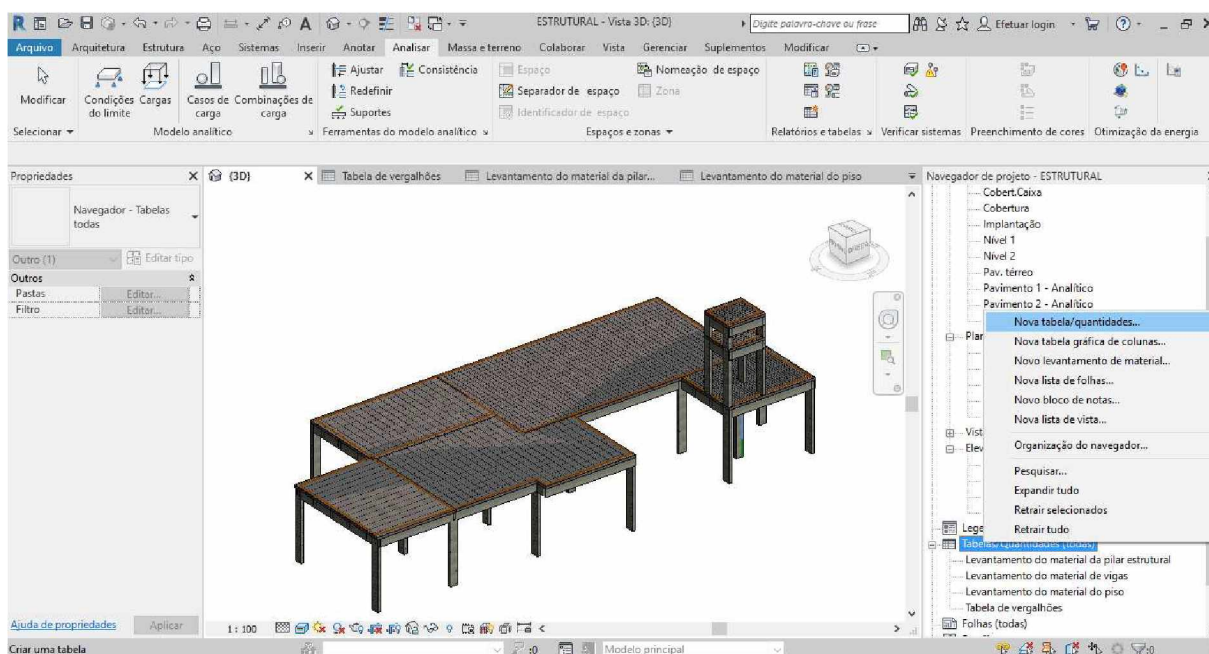
Figura 163 – Volume de concreto e área de fôrmas de lajes

<Levantamento do material da laje>				
A	B	C	D	E
Material: Nome	Material: Volume	Material: Área	Perímetro	Fôrma
Concreto, moldado	1.40 m <sup>3</sup>	13.95 m <sup>2</sup>	15.16	15.47 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	1.65 m <sup>3</sup>	16.51 m <sup>2</sup>	16.60	18.17 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	2.79 m <sup>3</sup>	27.89 m <sup>2</sup>	23.12	30.20 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	4.24 m <sup>3</sup>	42.38 m <sup>2</sup>	27.28	45.10 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	0.89 m <sup>3</sup>	8.88 m <sup>2</sup>	12.23	10.10 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	0.20 m <sup>3</sup>	1.95 m <sup>2</sup>	5.60	2.51 m <sup>2</sup>
Concreto, moldado	0.20 m <sup>3</sup>	1.95 m <sup>2</sup>	5.60	2.51 m <sup>2</sup>
Total geral: 7	11.35 m <sup>3</sup>	113.52 m <sup>2</sup>		124.08 m <sup>2</sup>

Fonte: Próprio autor, (2019).

Obtidos os volumes de concreto e a quantidade de fôrmas necessárias para o projeto estrutural, resta apenas obter a quantidade de aço. Para isso, crie uma tabela de quantidades, basta clicar em “Nova tabela/quantidades” no menu analisar, ou com o botão direito do mouse, clicar no “Navegador de projetos” (Figura 164).

Figura 164 – Nova tabela de quantidades

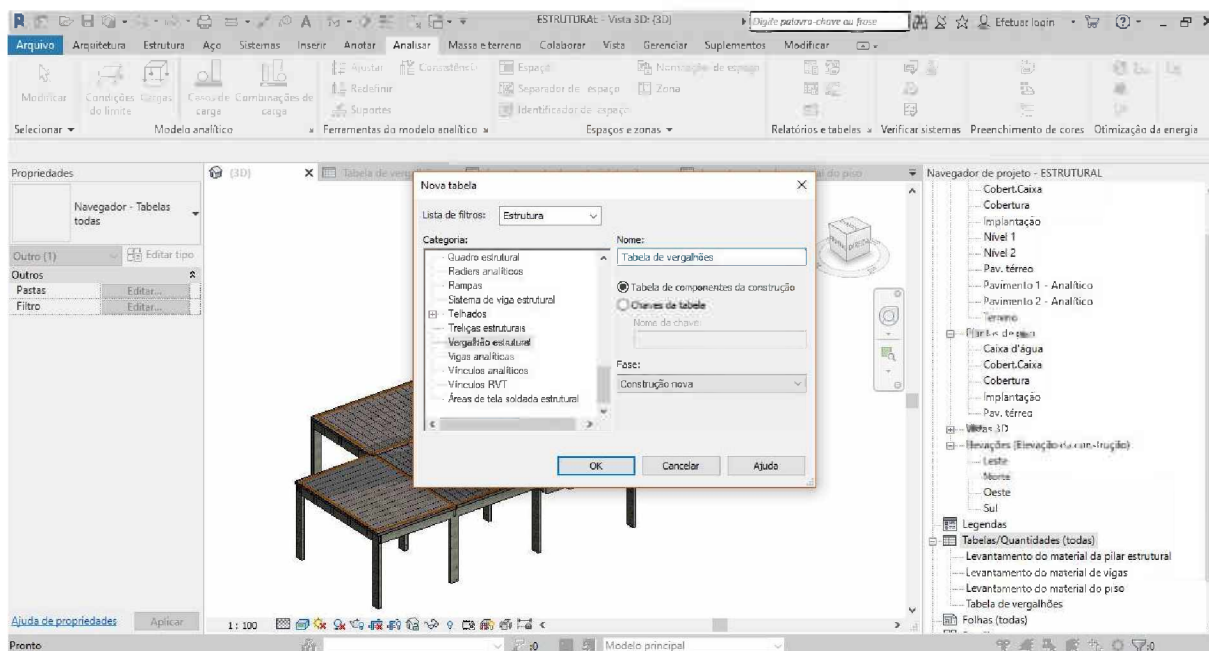


Fonte: Próprio autor, (2019).



Escolha a categoria “Vergalhão estrutural”, essa opção listará todas as armaduras, transversais e longitudinais, aplicadas no modelo estrutural de todas as vigas, pilares e lajes. (Figura 165).

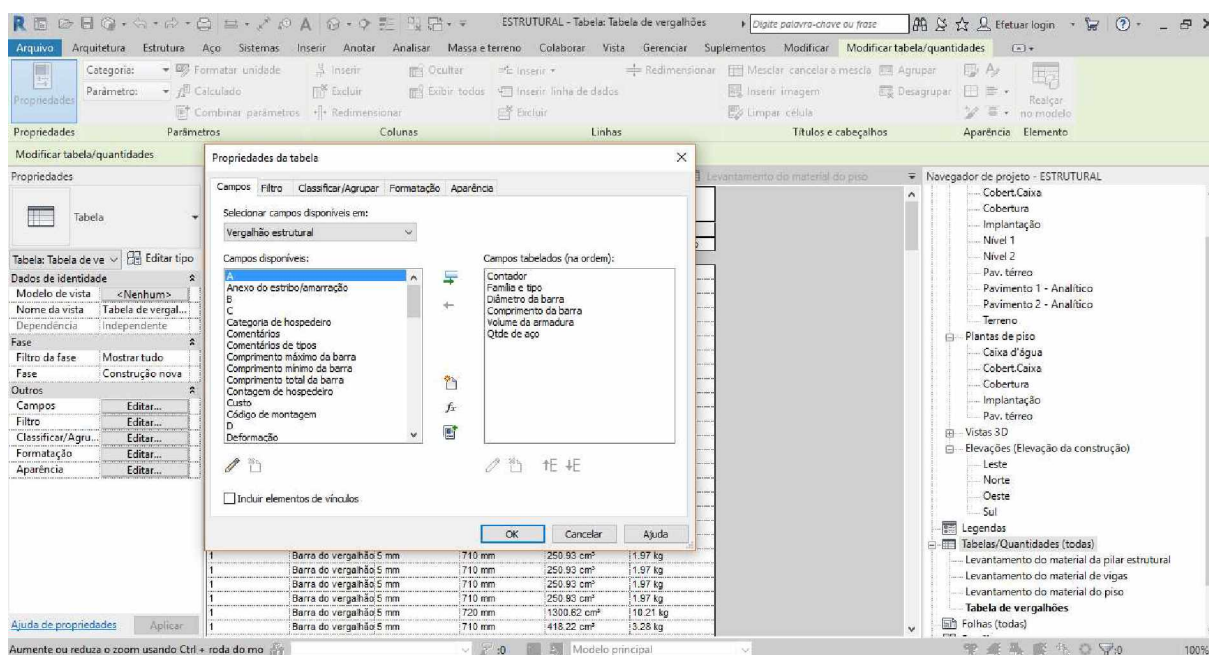
Figura 165 – Categoria vergalhão estrutural



Fonte: Próprio autor, (2019).

Selecione os campos observados na Figura 166 e clique em “Ok”. Note que o campo “Qtde de aço”, deve ser criado.

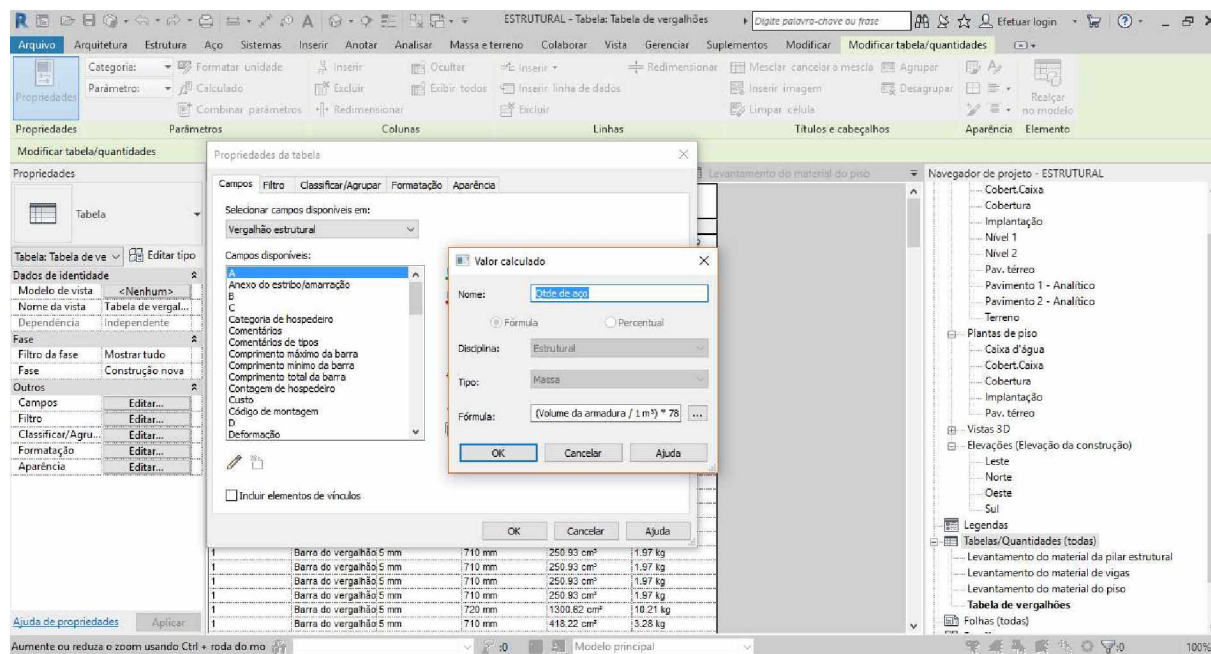
Figura 166 – Campos tabelados vergalhões



Fonte: Próprio autor, (2019).

Crie o parâmetro “Qtde de aço”. Com base no volume de aço fornecido pelo campo “Volume da armadura” insira os parâmetros, conforme observa-se na Figura 167.

Figura 167 – Parâmetros para campo de quantidade de aço



Fonte: Próprio autor, (2019).

Por ser muito extensa, para melhor visualização, a tabela de aço foi cortada, de modo a exibir apenas os totais de cada tipo de barra (Figura 168).

Figura 168 – Quantidade de aço

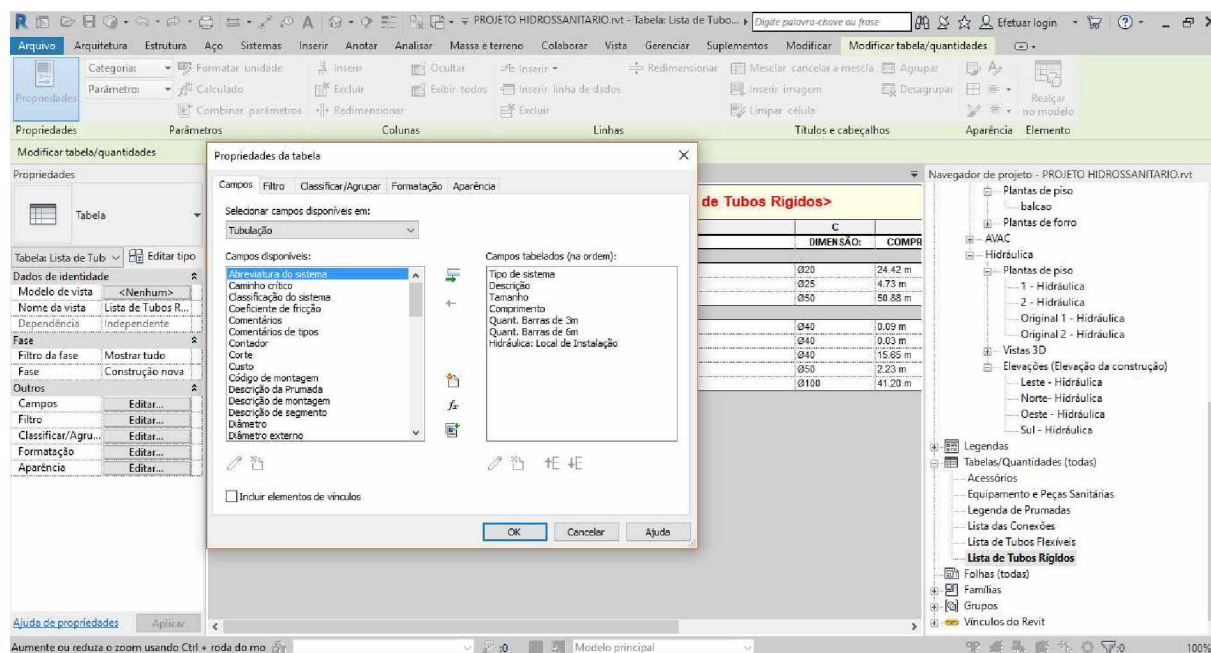
<Tabela de vergalhões>						
A	B	C	D	E	F	
Contador	Família e tipo	Diâmetro da barra	Comprimento da b	Volume da armad	Qtde de aço	
1	Barra do vergalhã	5 mm	710 mm	250.93 cm <sup>3</sup>	1.97 kg	
1	Barra do vergalhã	5 mm	710 mm	250.93 cm <sup>3</sup>	1.97 kg	
5 mm: 80				15442.50 cm <sup>3</sup>	121.22 kg	
Barra do vergalhã: 5 CA-60: 80				15442.50 cm <sup>3</sup>	121.22 kg	
1	Barra do vergalhã	6 mm	4350 mm	135.60 cm <sup>3</sup>	1.06 kg	
1	Barra do vergalhã	6 mm	4350 mm	135.60 cm <sup>3</sup>	1.06 kg	
6 mm: 2				271.20 cm <sup>3</sup>	2.13 kg	
Barra do vergalhã: 6.3 CA-25: 2				271.20 cm <sup>3</sup>	2.13 kg	
1	Barra do vergalhã	6 mm	6520 mm	406.49 cm <sup>3</sup>	3.19 kg	
1	Barra do vergalhã	6 mm	1118 mm	626.44 cm <sup>3</sup>	4.93 kg	
1	<b>Total</b>	Barra do vergalhã	6 mm	1290 mm	643.40 cm <sup>3</sup>	5.05 kg
6 mm: 19				32018.47 cm <sup>3</sup>	251.35 kg	
Barra do vergalhã: 6.3 CA-50: 19				32018.47 cm <sup>3</sup>	251.35 kg	
1	Barra do vergalhã	10 mm	2710 mm	425.69 cm <sup>3</sup>	3.34 kg	
1	Barra do vergalhã	10 mm	1230 mm	96.60 cm <sup>3</sup>	0.76 kg	
10 mm: 135				44900.43 cm <sup>3</sup>	352.47 kg	
Barra do vergalhã: 10 CA-50: 135				44900.43 cm <sup>3</sup>	352.47 kg	
1	Barra do vergalhã	13 mm	4350 mm	533.83 cm <sup>3</sup>	4.19 kg	
1	Barra do vergalhã	13 mm	4350 mm	533.83 cm <sup>3</sup>	4.19 kg	
1	Barra do vergalhã	13 mm	3400 mm	3755.18 cm <sup>3</sup>	29.48 kg	
1	Barra do vergalhã	13 mm	780 mm	95.72 cm <sup>3</sup>	0.75 kg	
13 mm: 20				109203.48 cm <sup>3</sup>	857.25 kg	
Barra do vergalhã: 12.5 CA-50: 20				109203.48 cm <sup>3</sup>	857.25 kg	
Total geral: 256				201836.08 cm <sup>3</sup>	1584.41 kg	

Fonte: Próprio autor, (2019).

#### 4.5.3 Quantitativos do projeto hidrossanitário

O processo para levantar os quantitativos dos projetos de água fria e esgoto, permanecem semelhantes aos anteriores. Para obter a quantidade de tubos, crie uma nova tabela de quantidades, mas desta vez, escolha a categoria tubulação. Escolha os campos tabelados e clique em “Ok” (Figura 169).

Figura 169 – Campos tabelados tubulação



Fonte: Próprio autor, (2019).

A lista de tubos rígidos, para ambos os sistemas (água fria e esgoto), pode ser observada na Figura 170.

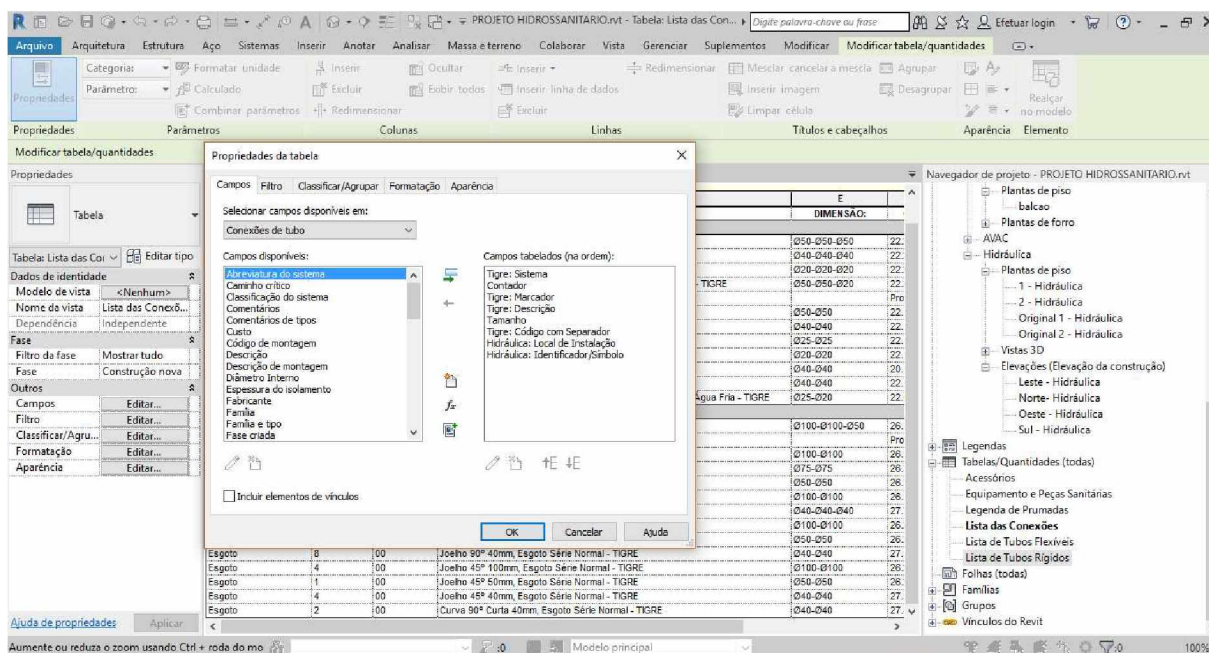
Figura 170 – Lista de tubos

<Lista de Tubos Rígidos>				
A	B	C	D	E
SISTEMA:	DESCRIÇÃO:	DIMENSÃO:	COMPRIMENTO:	QUANT. BARRA DE 3M
Água fria doméstica	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø20	24,42 m	3
Água fria doméstica	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø25	4,73 m	0
Água fria doméstica	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø50	50,88 m	15
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø40	0,09 m	0
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha riscável - Tigre	Ø40	0,03 m	0
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø40	15,65 m	3
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø50	2,23 m	0
Sanitário	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø100	41,20 m	13

Fonte: Próprio autor, (2019).

Crie uma nova tabela para obter a quantidade de conexões, escolhendo a categoria “Conexões de tubo” dentro da disciplina de hidráulica. Escolha os campos tabelados e clique em “Ok” (Figura 171)

Figura 171 – Campos da tabela de conexões



Fonte: Próprio autor, (2019).

A lista de conexões, para ambos os sistemas (água fria e esgoto), pode ser observada na Figura 172.

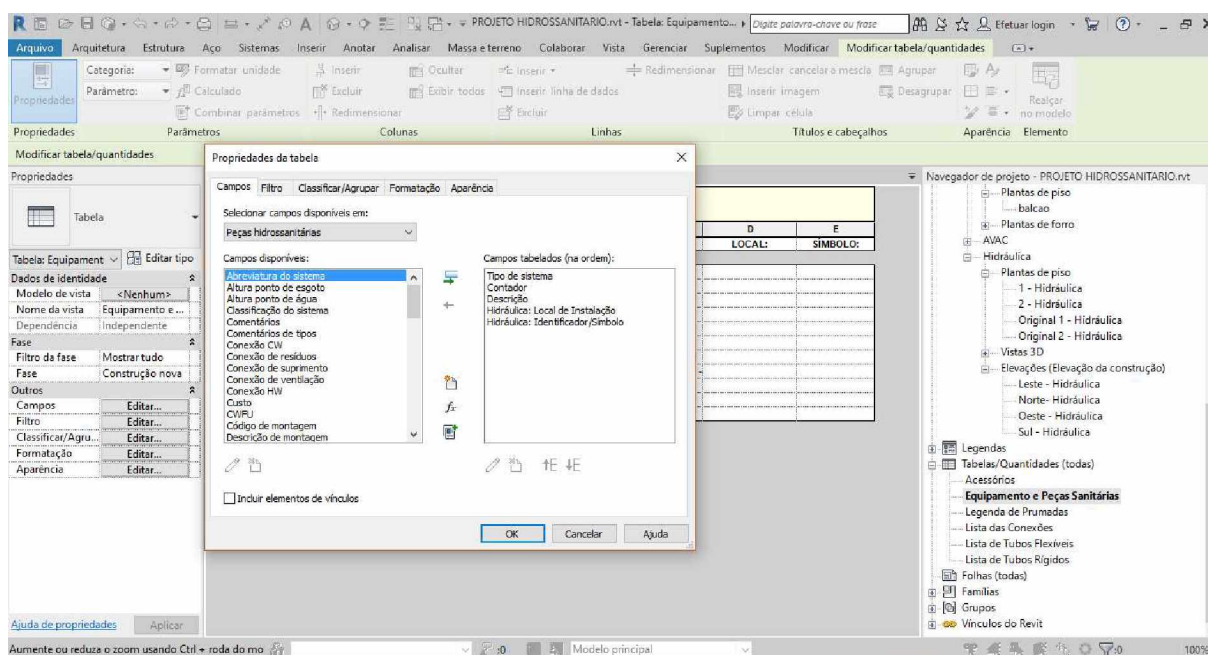
Figura 172 – Lista das conexões

<b>&lt;Lista das Conexões&gt;</b>					
A	B	C	D	E	F
SISTEMA:	QUANT.:	SÍMBOLO:	DESCRIÇÃO:	DIMENSÃO:	CÓDIGO:
Água Fria	2	00	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø50	22.20.050.0
Água Fria	1	00	Tê Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø40-Ø40-Ø40	22.20.040.2
Água Fria	4	00	Tê Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20-Ø20	22.20.020.8
Água Fria	5	00	Tê de Redução Soldável 50x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø20	22.21.689.9
Água Fria	16	00	Produto Inexistente		Produto ou Códig
Água Fria	18	00	Joelho 90° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50	22.15.050.2
Água Fria	7	00	Joelho 90° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø40-Ø40	22.15.040.5
Água Fria	4	00	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25	22.15.025.1
Água Fria	30	00	Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20	22.15.020.0
Água Fria	2	00	Joelho 90° Ruscável 1.1/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	Ø40-Ø40	20.10.192.0
Água Fria	1	00	Joelho 45° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø40-Ø40	22.14.040.0
Água Fria	5	00	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20	22.06.666.8
Esgoto	1	00	Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100-Ø50	26.36.746.8
Esgoto	10	00	Produto Inexistente		Produto ou Códig
Esgoto	20	00	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.30.100.9
Esgoto	1	00	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø75	26.30.075.4
Esgoto	3	00	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	26.30.050.9
Esgoto	1	00	Luva de Correr 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.32.100.0
Esgoto	1	00	Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40-Ø40	27.71.040.9
Esgoto	9	00	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.24.100.6
Esgoto	1	00	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	26.24.050.6
Esgoto	8	00	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	27.56.040.7
Esgoto	4	00	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	26.21.100.0
Esgoto	1	00	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	26.21.050.0
Esgoto	4	00	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	27.55.040.1
Esgoto	2	00	Curva 90° Curta 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	27.41.040.5

Fonte: Próprio autor, (2019).

Além dos tubos e conexões, existem outros componentes inseridos no sistema como, por exemplo, os vasos sanitários e a caixa d'água. Para contabilizar esse tipo de item, crie uma nova tabela e selecione a categoria de “Peças hidrossanitárias”. Defina os campos tabelados, conforme a Figura 173 e clique em “Ok”.

Figura 173 – Campos tabelados para equipamentos e peças hidrossanitárias



Fonte: Próprio autor, (2019).

A lista de equipamentos e peças, para ambos os sistemas (água fria e esgoto), pode ser observada na Figura 174.

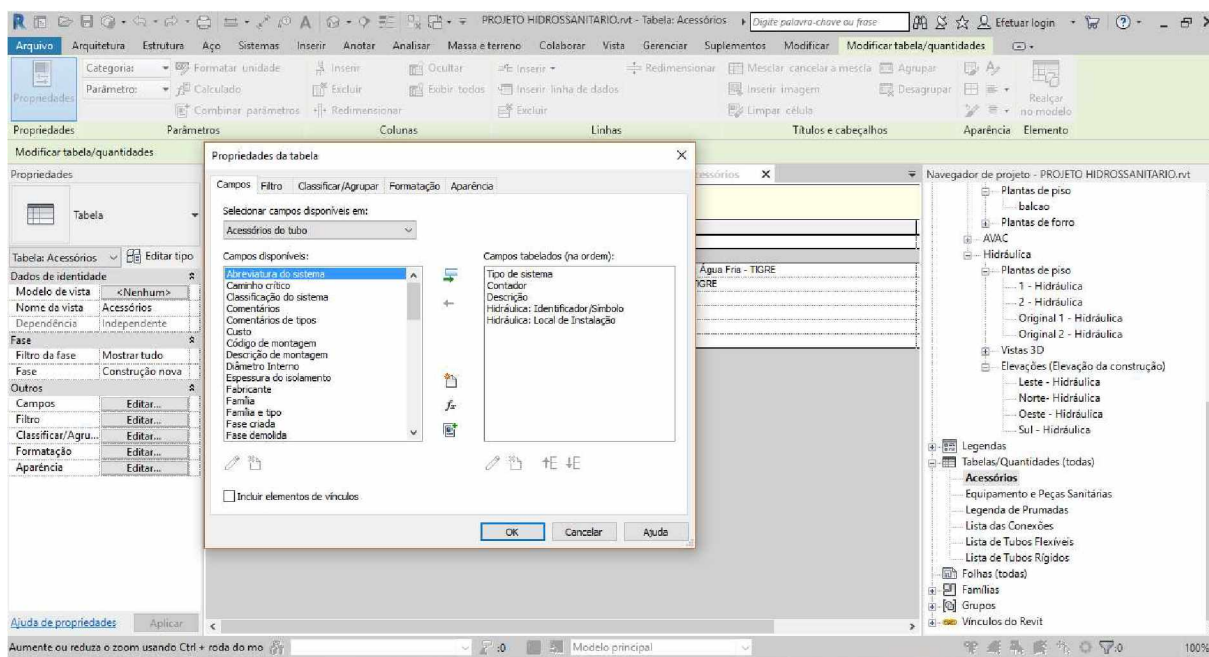
Figura 174 – Lista de equipamentos e peças sanitárias

<b>&lt;Equipamento e Peças Sanitárias&gt;</b>				
A	B	C	D	E
SISTEMA:	QUANT.:	DESCRIÇÃO:	LOCAL:	SÍMBOLO:
Não definido	1			
Não definido	2	Lavatório - 45x90cm		
Não definido	1	Lavatório de canto		
Não definido	5	Prolongador com entrada DN300, Esgoto - TIGRE		
Não definido	1	Tanque duplo		
Não definido	3	Vaso sanitário com caixa acoplada		
Sanitário	1	Caixa de Gordura com Tampa e Prolongador com Entrada - DN 100, Esgoto - TI		
Sanitário	4	Caixa de Inspeção/Interligação com prolongador com entrada - DN 100, Esgoto -		
Sanitário	2	Corpo Caixa Sifonada com 3 Entradas 100 x 150 x 50mm, Esgoto - TIGRE		
Água fria doméstic	1	Caixa d'água fechada 310 litros, Tigre		
Água fria doméstic	2	Ducha		

Fonte: Próprio autor, (2019).

Para finalizar o levantamento hidrossanitário, crie uma nova tabela para os “Acessórios de tubulação” (Figura 175).

Figura 175 – Acessórios de tubulação, parâmetros



Fonte: Próprio autor, (2019).

A lista de acessórios para ambos os sistemas (água fria e esgoto), pode ser observada na Figura 176.

Figura 176 – Quantitativos dos acessórios da tubulação

<b>&lt;Acessórios&gt;</b>		
A	B	C
SISTEMA:	QUANT.:	DESCRIÇÃO:
Não definido	4	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro, PVC Branco, Água Fria - TIGRE
Não definido	4	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC Branco, Água Fria - TIGRE
Água fria doméstico	1	Registro de Chuveiro PVC Areia 1/2" - TIGRE
Água fria doméstico	1	Registro de Chuveiro PVC Areia 3/4" - TIGRE
Água fria doméstico	7	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1.1/2" - TIGRE
Água fria doméstico	2	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1/2" - TIGRE

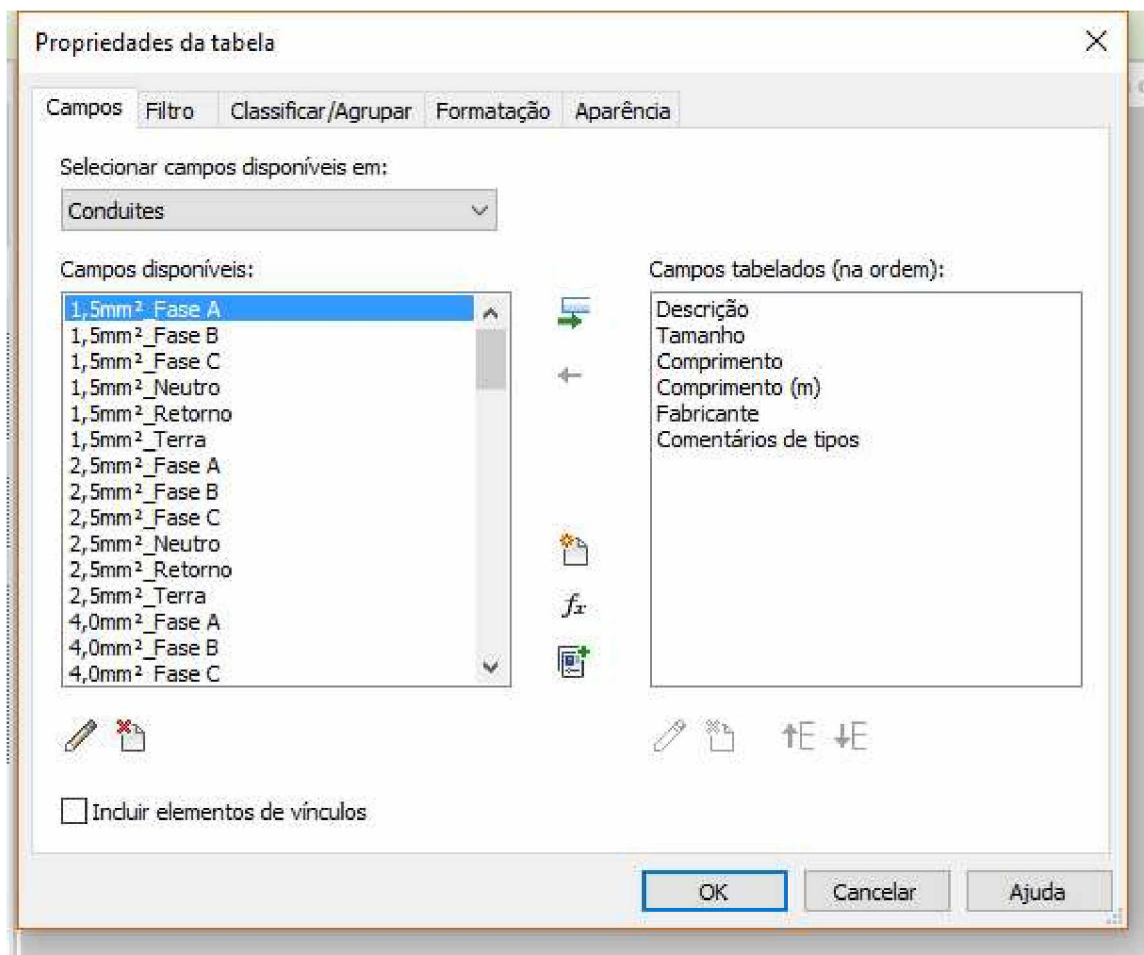
Fonte: Próprio autor, (2019).

#### 4.5.4 Levantamento quantitativos elétricos

O processo de levantamento de materiais elétricos foi dividido em tubulações e componentes. Sendo o processo de criar tabelas semelhantes aos que foram citados

anteriormente, com a diferença que agora utiliza-se a categoria de elétrica. Os campos tabelados podem ser observados na Figura 177.

Figura 177 – Campos tabelados eletrodutos



Fonte: Próprio autor, (2019).

A lista de eletrodutos pode ser observada na Figura 178.

Figura 178 – Quantitativos de eletrodutos

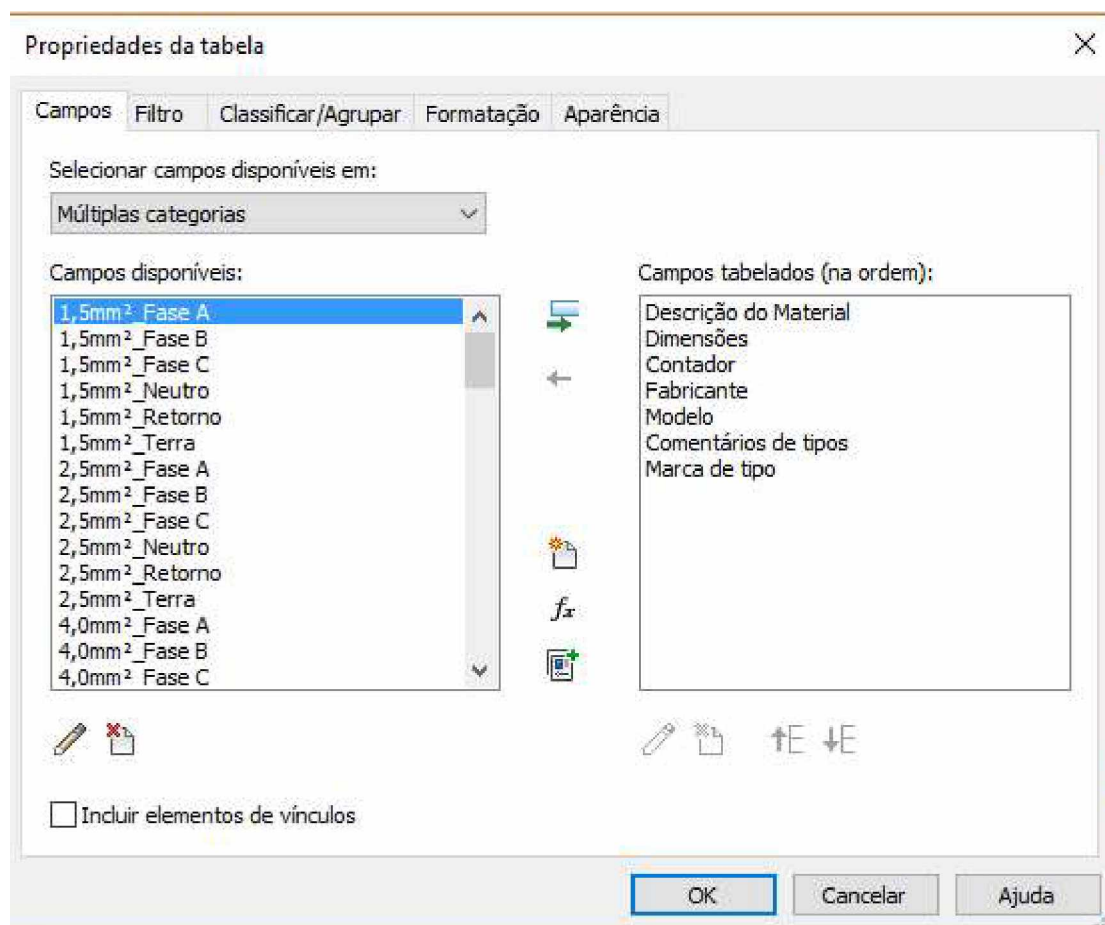
<b>&lt;Lista de Materiais - Eletrodutos&gt;</b>			
A	B	C	D
Descrição do Material	Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Referência de Fabricante
Eletroduto flexível corrugado, em	Ø25	166,04 m	Tigre ou equivalente
Eletroduto flexível corrugado, em	Ø20	31,07 m	Tigre ou equivalente
Eletroduto flexível corrugado, em	Ø16	2,05 m	Tigre ou equivalente

Fonte: Próprio autor, (2019).



Observação: Não será contabilizado para este trabalho os quantitativos de fiação. Na Figura 179 é possível observar as categorias selecionadas para a tabela dos componentes elétricos.

Figura 179 – Parâmetros tabela de componentes elétricos



Fonte: Próprio autor, (2019)

A lista de componentes elétricos, abrange: tomadas, interruptores, Quadro de distribuição, caixas de passagem, e pode ser observada na Figura 180.

Figura 180 - Lista de acessórios elétricos

ELÉTRICO.rte - Tabela: Lista de Materiais - Componentes			
<Lista de Materiais - Componentes>			
A	B	C	D
Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Referência Fabricante
<b>Caixas de Embutir</b>			
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x2"	36	Tigre Linha Tigreflex ou equival
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x4"	16	Tigre Linha Tigreflex ou equival
<b>Interruptores</b>			
Conjunto montado com 1 Interruptor paralelo, 10A, 250V~, 4"x2"	1P, 4"x2"	4	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor simples, 10A, 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de interruptor com 3 teclas paralelo, 4"x2"	3xP, 4"x2"	3	Pial Legrand ou equivalente
<b>Interruptores + Tomadas</b>			
Conjunto montado de 1 interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S+1Tom 10A, 4"x2"	6	Pial Legrand ou equivalente
<b>Placa saída de fio</b>			
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	1	Pial Legrand ou equivalente
<b>Quadros</b>			
Quadro de Distribuição 12/16 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 250x344,6x71	12/16 Disjuntores	1	Tigre ou equivalente
<b>Tomadas</b>			
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	10A, 4"x2"	21	Pial Legrand ou equivalente

Fonte: Próprio autor, (2019)

## 4.6 Apresentação dos quantitativos

Com os quantitativos extraídos do *software* foi possível preencher a lista de atividades apresentada no capítulo 3 deste trabalho e criar uma lista de matérias com respectivos quantitativos. A partir dos resultados apresentados na Tabela 3 é possível utilizar qualquer *software* de orçamento e obter o custo final do projeto.

Tabela 3 - Lista de materiais para o orçamento (continua)

Código	Descrição	Unidade	Insumo
1	Casa modelo		
1,1	Serviços Preliminares		
-	Não avaliado pelo modelo		
1.2	Infraestrutura		
-	Não avaliado pelo modelo		
1.3	Estrutura		
1.3.1	Pilares		
1.3.1.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	56,11
1.3.1.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	2,31
1.3.2	Vigas		
1.3.2.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	65,36
1.3.2.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	2,97
1.3.3	Laje		
1.3.3.1	Montagem das formas	m <sup>2</sup>	124,08
1.3.3.2	Concretagem	m <sup>3</sup>	11,35
1.3.4	Armaduras		
1.3.4.1	Armaduras pilares, vigas e lajes	kg	1584,41

Fonte: Próprio autor, (2019)

Tabela 3 - Lista de materiais para o orçamento (continuação)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Insumo</b>
1.4	Vedação		
1.4.1	Alvenaria		
1.4.1.1	Execução da alvenaria com blocos cerâmicos	m <sup>2</sup>	512,23
1.4.2	Telhado		
1.4.2.1	Montagem do madeiramento de sustentação	m <sup>2</sup>	98,85
1.4.2.2	Colocação das telhas de fibrocimento	m <sup>2</sup>	98,85
1.4.3	Esquadrias		
1.4.3.1	Instalação das portas	-	Figura 152
1.4.3.2	Instalação das janelas	-	Figura 151
1.5	Instalações Elétricas		
1.5.1	Instalação QDC		
1.5.2	Tomadas e interruptores		
1.5.3	Conduítes	-	Figuras 178 e 180
1.5.4	Caixas de passagem		
1.5.5	Enfiação		
1.6	Sistema de impermeabilização		
1.6.1	Impermeabilização das fundações	-	N.A
1.6.2	Impermeabilização de áreas molhadas	-	N.A
1.6	Instalações Hidrossanitárias		
1.6.1	Instalações de água fria	-	Figuras 170, 172, 174 e 176
1.6.2	Instalações de esgoto	-	176
1.6.3	Instalações de água pluvial	-	N.A
1.7	Sistema de impermeabilização		
1.7.1	Impermeabilização das fundações	-	N.A
1.7.2	Impermeabilização de áreas molhadas	-	N.A
1.8	Revestimentos		
1.8.1	S.R.A		
1.8.1.1	Chapisco + Emboço	m <sup>3</sup>	20,49
1.8.1.2	Contrapiso	m <sup>3</sup>	6,54
1.8.2	Gesso corrido teto pavimento térreo		
1.8.2.1	Gesso corrido aplicado à mão	m <sup>2</sup>	130,79
1.8.3	Revestimento cerâmico		
1.8.3.1	Instalação revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	85,19
1.9	Pintura		
1.9.1	Pintura Interna		
1.9.1.1	Realização da pintura com tinta Branca acrílica	m <sup>2</sup>	469,46
1.9.2	Pintura Externa		
1.9.2.1	Realização da pintura com tinta acrílica, impermeável de cor branca	m <sup>2</sup>	489,89

Fonte: Próprio autor, (2019)

Tabela 3 - Lista de materiais para o orçamento (continuação)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Insumo</b>
1.10	Acabamentos		
1.10.1	Louças		
1.10.1.1	Instalação das pias	un	Figura 174
1.10.1.2	Instalação dos vasos cerâmicos	un	
1.10.2	Metais		
1.10.2.1	Instalação das torneiras para as pias	un	N.A
1.10.2.2	Instalação das maçanetas das portas	un	N.A
1.10.3	Pedras naturais		
1.10.3.1	Bancadas de granito	un	N.A
1.11	Serviços Finais		
1.11.1	Limpeza final da obra		
1.11.1.1	Empresa terceirizada para realizar a limpeza da obra	un	N.A
1.11.2	Paisagismo		
1.11.1.1	Gramado	m <sup>2</sup>	253,56

Fonte: Próprio autor, (2019)

## 5. Considerações finais

A etapa de levantamento de quantitativos de um projeto é de extrema importância para a acurácia do orçamento de um projeto, uma avaliação equivocada de seus quantitativos pode, inclusive, gerar prejuízos e tornar inviável um empreendimento. A tecnologia BIM apresenta vantagens importantes sobre os métodos usuais, principalmente no que diz respeito à confiabilidade e agilidade dos resultados gerados.

Importante ressaltar que a precisão dos quantitativos extraídos de *softwares* que empregam a metodologia BIM está diretamente relacionada ao grau de detalhamento e a qualidade do modelo elaborado. A escolha de incluir a etapa de modelagem no presente trabalho foi importante para a correta extração dos quantitativos e, principalmente, para possibilitar ao manual expor quais dados e parâmetros dos diferentes projetos são necessários a cada etapa do modelo. Assim foi possível inseri-los para alcançar um resultado satisfatório, do ponto de vista da extração de quantitativos.

A modelagem dos projetos com o *software Revit®* também se mostrou bastante vantajosa nos quesitos de visualização do modelo proposto e entendimento dos projetos. A utilização do *software* possibilitou, inclusive, a detecção de componentes que, utilizando o

método convencional de levantamento de quantitativos, talvez fossem esquecidos, principalmente por profissionais jovens e com pouca experiência.

Inicialmente, a maior dificuldade para elaboração do manual foi a modelagem dos projetos no programa computacional *Revit*. Esta etapa demonstrou-se um processo longo e complexo, devido à pouca experiência com o *software*. O modelo de exposição dos passos escolhidos que, por envolver capturas de tela, tornou o processo de modelagem mais árduo. É importante ressaltar que a prática na utilização de qualquer *software* apresenta um potencial para tornar muito mais ágil a criação dos modelos em BIM. A utilização de manuais como o do presente trabalho auxilia esse avanço de forma mais rápida e fácil.

Com esse estudo, pretendeu-se construir um manual para auxiliar na elaboração de orçamentos por meio da extração automática de quantitativos, utilizando um *software* BIM. Também foi abordada a metodologia necessária para modelagem dos projetos e, obteve-se os quantitativos de forma automática por meio de tabelas extraídas diretamente do modelo.

Diante do exposto, pode-se concluir que o resultado obtido com a elaboração do manual foi satisfatório e espera-se que esse possa auxiliar na difusão dessa ferramenta, não apenas para engenheiros e arquitetos, mas para todos os envolvidos no trabalho da construção civil.

Por fim, sugere-se o desenvolvimento de novos trabalhos considerando comparar o método tradicional de levantamento de quantitativos e a metodologia BIM, considerando sua importância e a evolução nos quesitos discutidos.

## 6. Referências

AIA – THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Project Building Information Modeling Protocol Form**. AIA Document G202 – 2013. 2013. Disponível em: <<https://www.aiacontracts.org/contract-documents/19016-project-bim-protocol>> Acesso 10 nov. 2018.

AMIRI, H. **Building Information Modeling for construction applications: formwork installation and quantity takeoff**. Tese de mestrado (Mestrado em Ciências Aplicadas). The University of British Columbia, 2012.

ANDRADE, M.L.V.X. de; RUSCHEL, R.C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. Periódico Científico do Instituto de Arquitetura e Urbanismo. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2. USP, 2009.

ANDRADE, L.S. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina**. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10637/1/2012\\_LudmilaSantosAndrade.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10637/1/2012_LudmilaSantosAndrade.pdf)>. Acesso em 10 maio de 2019.

ASSOCIATED GENERAL CONTRACTORS OF AMERICA (AGC). **The Contractor's Guide to BIM**, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV, 2005. Disponível em: <<http://www.agc.org>> Acesso em 10 jan. 2019.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. Tese de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Universidade do Minho, 2009.

BESSEN, M.C. **Modelagem inteligente (BIM) no processo de levantamento de quantitativos para orçamento de um projeto industrial**. 2017. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177123/TCC\\_MariaCarolinaBesen\\_2017.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177123/TCC_MariaCarolinaBesen_2017.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 27 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, MDIC. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM**. 2018. 36p. [Acesso em 10 Jan 2019]. Disponível em: [http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto\\_Estratgia\\_BIM\\_BR-6.pdf](http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estratgia_BIM_BR-6.pdf)

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 9.3377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling**. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm)> Acesso em 19 jan. 2019.

CATELANI, W.S. 10 **Motivos para evoluir com BIM**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016. Disponível em:

<[http://cbic.org.br/arquivos/CBIC\\_Guia\\_10%20Motivos\\_para%20Evoluir\\_o\\_BIM.pdf](http://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Guia_10%20Motivos_para%20Evoluir_o_BIM.pdf)> Acesso em: 10 set. 2016.

COSTA, J.M.C da; SERRA, S.M.B. Comparação de processos de levantamento de quantitativos: Tradicional e BIM. **Anais Eletrônicos XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)**, 2014. Disponível em: <<http://doi.org/10.17012/entac2014.336>> Acesso em: 12 fev. 2019.

CONSTRUCTECH. **Defining the 5D of BIM**, 2013. Disponível em: <<http://www.constructech.com>>

EASTMAN, C. The use of computers instead of drawings. **AIA Journal**, v. 63, n. 3, p. 46-50, March 1975.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Hoboken, NJ: Wiley, c2008. 490 p. il. ISBN 9780470185285 (enc.).

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

FARIA, R. Construção integrada. **Téchne**, São Paulo, v. 127, p. 44-49, out. 2007. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/> Acesso em 2 fev. 2019.

GOLZAPOOR H. Application of BIM in sustainability analysis. 2010. In: RAMOS LF, RUGEL RR, AGUILAR JM. Más allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía. **Revista Civilizate**, n.8, 2016.

HARDIN, B.; MCCOOL, Dave. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows**. 2. ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc., 2015.

KHEMLANI, L. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. AEC Bytes, 2004.

KHOSROSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, **Bingley**, v. 19, n. 6, p. 610-635. Disponível em <<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/09699981211277531>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

KYMMELL, W.: **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations** (McGraw-Hill Construction Series). Building Information Modeling, Chapter (McGraw-Hill Professional, 2008), AccessEngineering.

- MATTOS, A.D. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. Pini Blogs: Engenharia de custos, São Paulo, p.[1-6], 17 dez.2014. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 19 maio 2019.
- MENEZES, GLBB. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v18, n 22, 21ª sem. 2011.
- MITCHELL, D. **The 5D QS: today's methodology in cost certainty**, RICS COBRA, 2012, pp. 1198–1206, (Las Vegas, USA). [https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC27547.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC27547.pdf). Acesso em 20 fev. 2019.
- MONTEIRO, A.; MARTINS, J.P. Building Information Modeling (BIM) - teoria e aplicação. **International Conference on Engineering UBI 2011**. University of Beira Interior, Covilhã, 2011.
- MONTEIRO, A.G.C. **Avaliação da aplicabilidade do modelo IFC ao licenciamento automático de projetos de redes de distribuição predial de água**. Dissertação de mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010). Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.
- NIELSEN, A.K., MADSEN, S. Structural modelling and analysis using BIM tools. Master's Thesis. 2010. In: RAMOS, L.F., RUGEL, R.R., AGUILAR JM. Más allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía. **Revista Civilizate**, n.8, 2016.
- PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, special issue, p. 395-408, 2006.
- PORWAL, A., HEWAGE, K. N. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. **Automation in Construction**, v. 31, p. 204–214, 2013.
- RAMOS LF, RUGEL RR, AGUILAR JM. Más allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía. **Revista Civilizate**, n.8, 2016.
- ROSSO, S. M. Especial - BIM: quem é quem. **AU – Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 61-64, jul. 2011.
- RUSCHEL, R; DE ANDRADE, M; DE MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/36881>. [Acesso em: 19 dez.. 2018].
- SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. ANTUNES Cristiano Eduardo. BALBINOT Guilherme Bastos. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, Brazil, v. 6, n. 12, p. 134 - 155, 2014.
- SILVA, J.C. **Aprendizagem mediada por computador: uma proposta para desenho técnico mecânico**. 2001, 231f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).



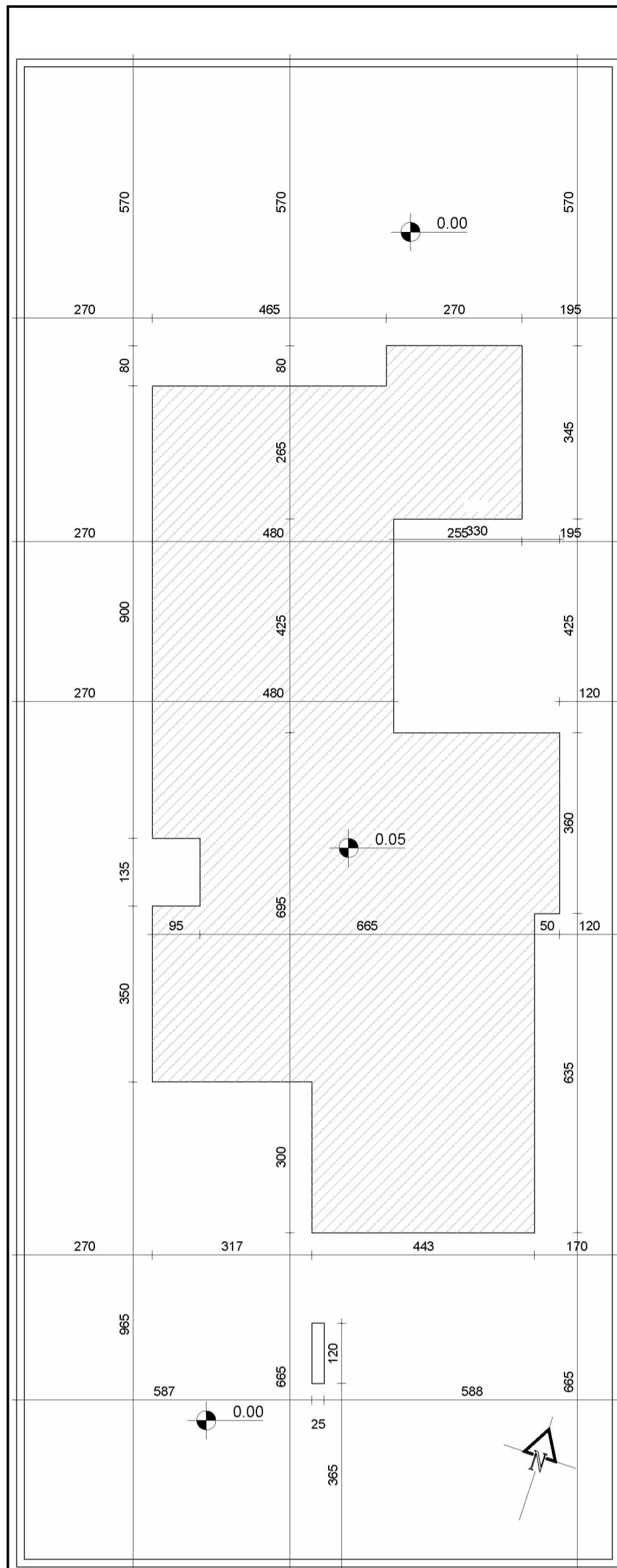
SMITH, P. BIM implementation – global strategies. **Procedia Engineering**, 85 (2014) 482-492. Disponível em: <[http://www. Sciencedirect.com](http://www.Sciencedirect.com)> acesso em 12 abr. 2019.

WITICOVSKI, L.C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações 2D e o modelo de informações da construção (BIM)**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2011.

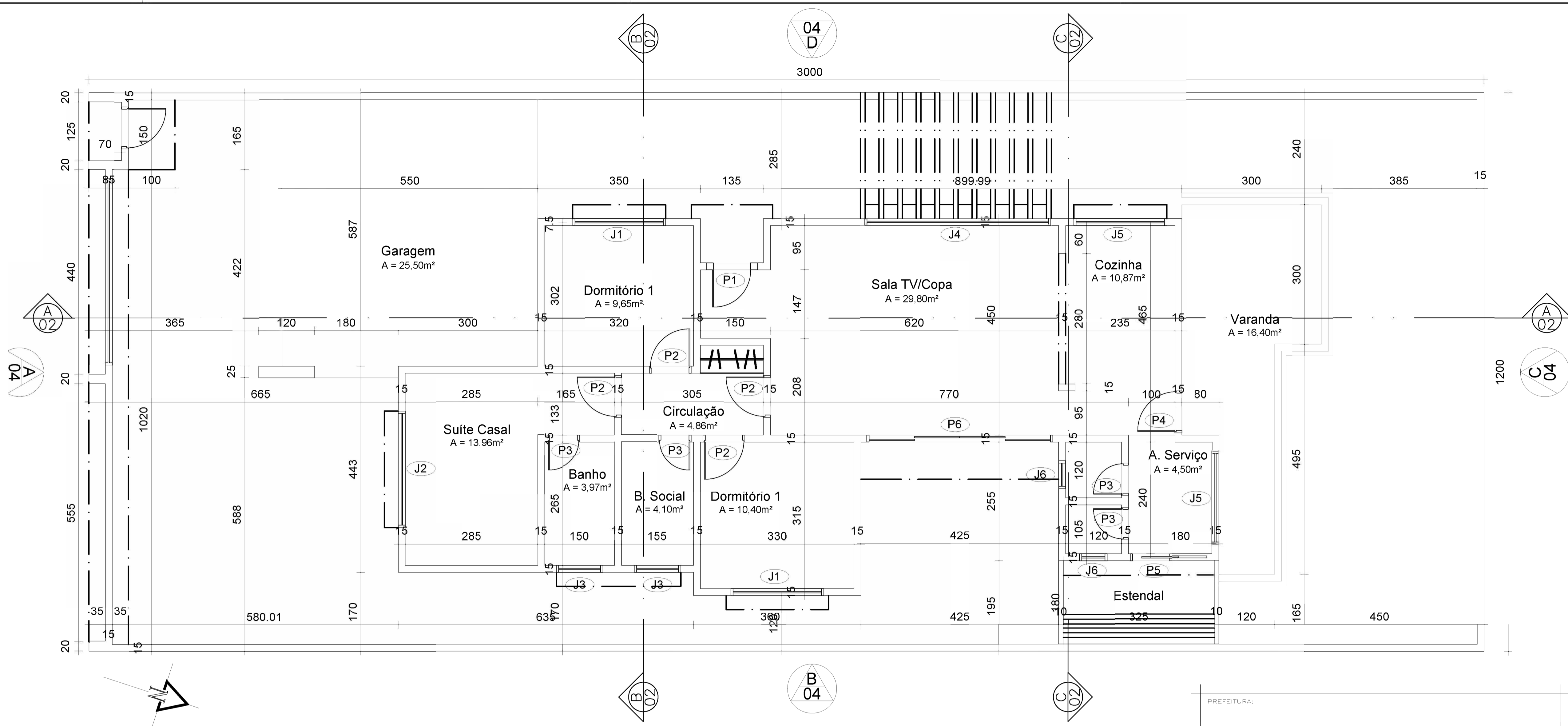
## **Anexos**

### **Anexo A**

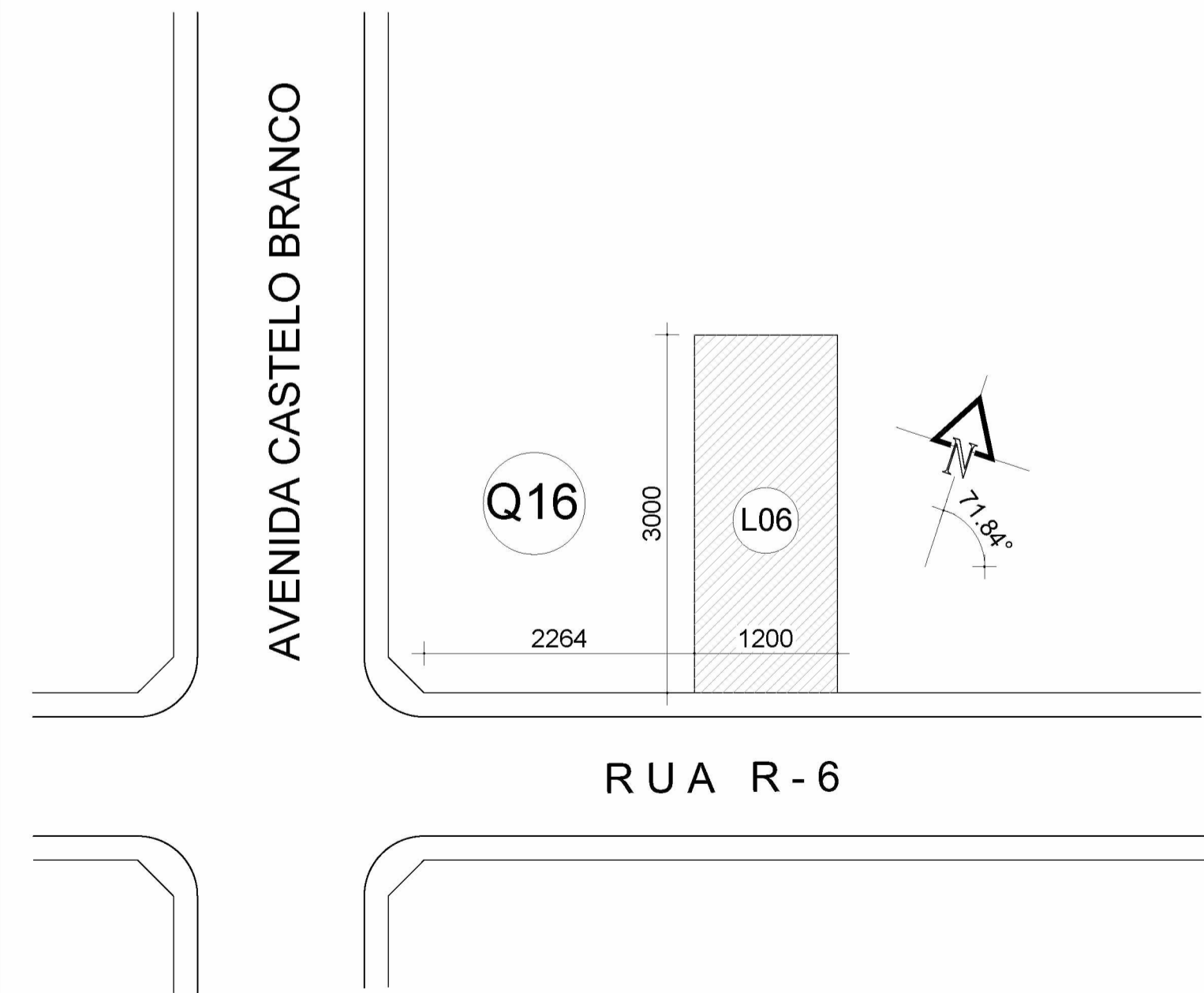
Projeto arquitetônico, folha 1



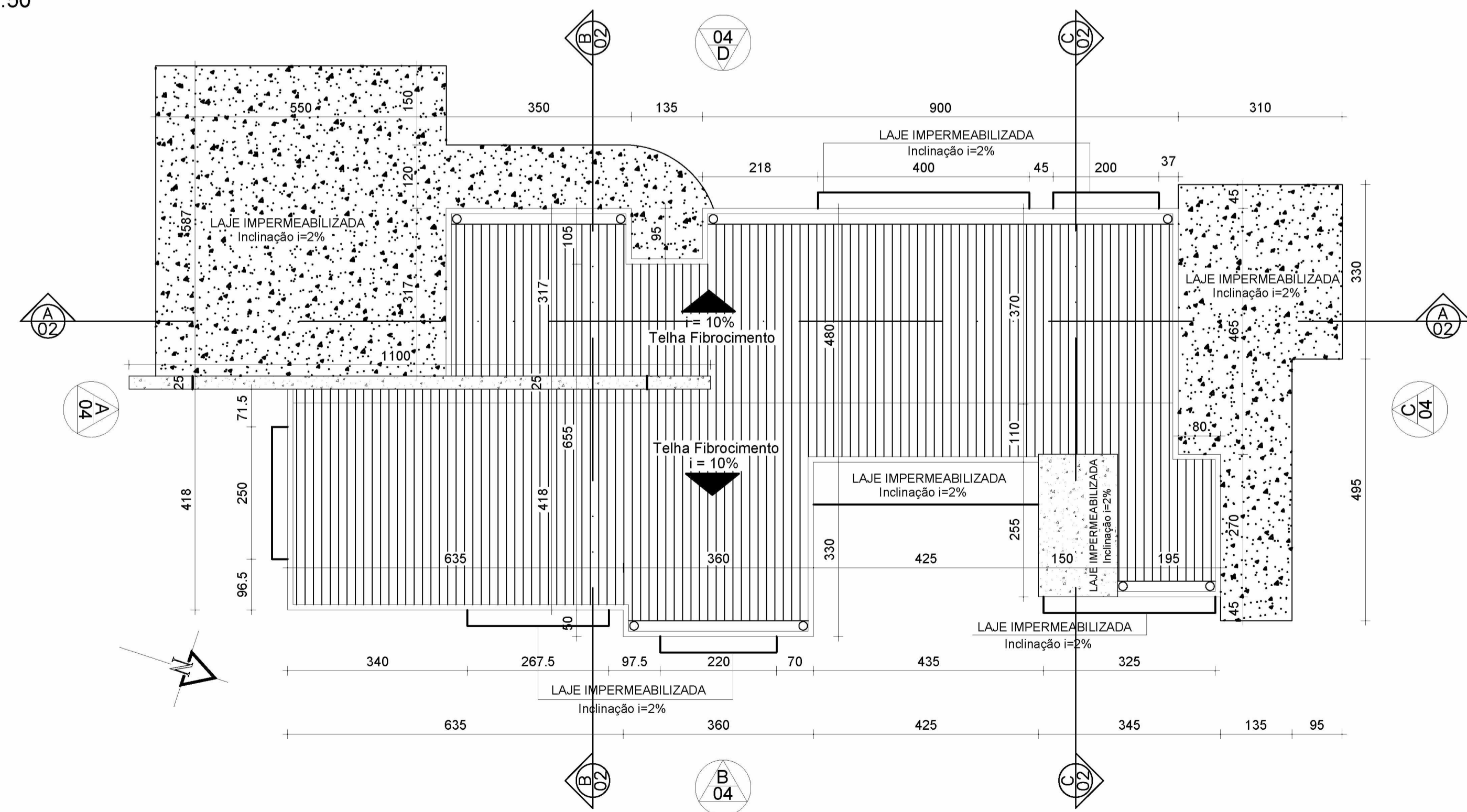
**1 PLANTA LOCAÇÃO**  
ESCALA - 1:125



**2 PLANTA BAIXA**  
ESCALA - 1:50



**3 SITUAÇÃO**  
ESCALA - 1:500

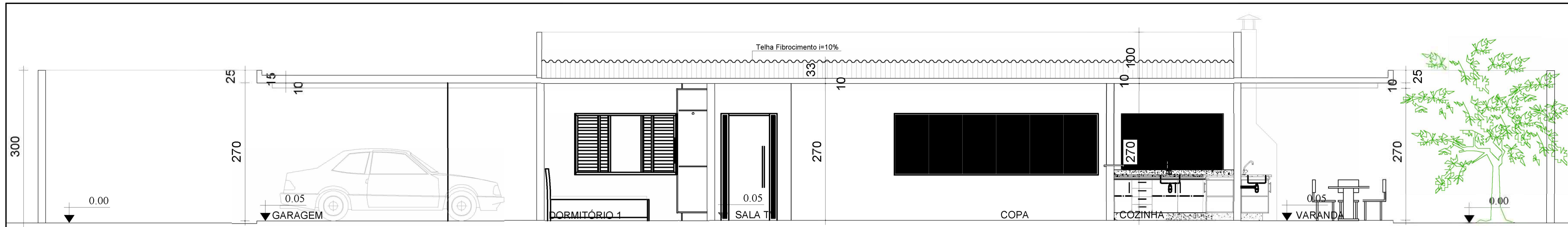


**4 PLANTA COBERTURA**  
ESCALA - 1:75

PREFEITURA:		DECLARAÇÃO: DECLARO ESTAR CIENTE QUE A APROVAÇÃO DESSE PROJETO NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO QUE O HABITE-SE SÓ SERÁ TORNEADO PARA: -PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES; -REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VICE-VERSA); -PLANTIO DE (QUILAS) SARGO PARA CADA 12,00m (DOZE METROS DE PASSO); -QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA COPA, UMA VIA DESSE DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA.	
CREA:		PROPRIETÁRIO: <b>TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS</b>	
		TÍTULO: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	
		LOCAL: RUA 6	
		LOTE: 06 QUADRA: 16 LOTEAMENTO: ÁGUAS CLARAS	
ASSINATURAS:		ÁREAS: (M <sup>2</sup> )	
PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS		TERRENO: 360,00 M <sup>2</sup>	
PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS ARQUITETA CREA 12025 07/00		ÁREA EDIFICAÇÃO: 109,53 m <sup>2</sup>	
		GARAGEM: 25,96 m <sup>2</sup>	
		VARANDA: 16,42 m <sup>2</sup>	
		<b>ÁREA TOTAL: 151,91 m<sup>2</sup></b>	
CONTEÚDO: PLANTA LOCAÇÃO / IMPLANTAÇÃO PLANTA SITUAÇÃO / PLANTA COBERTURA		TAXA DE OCUPAÇÃO: 40,20%	
		FOLHA:	
PROJETO: MARÇO/2006		<b>01/03</b>	
DESENHO: ANA CAROLINA		ESCALA: INDICADA	
ARQUIVO: PLANTA BAIXA			

**Anexo B**

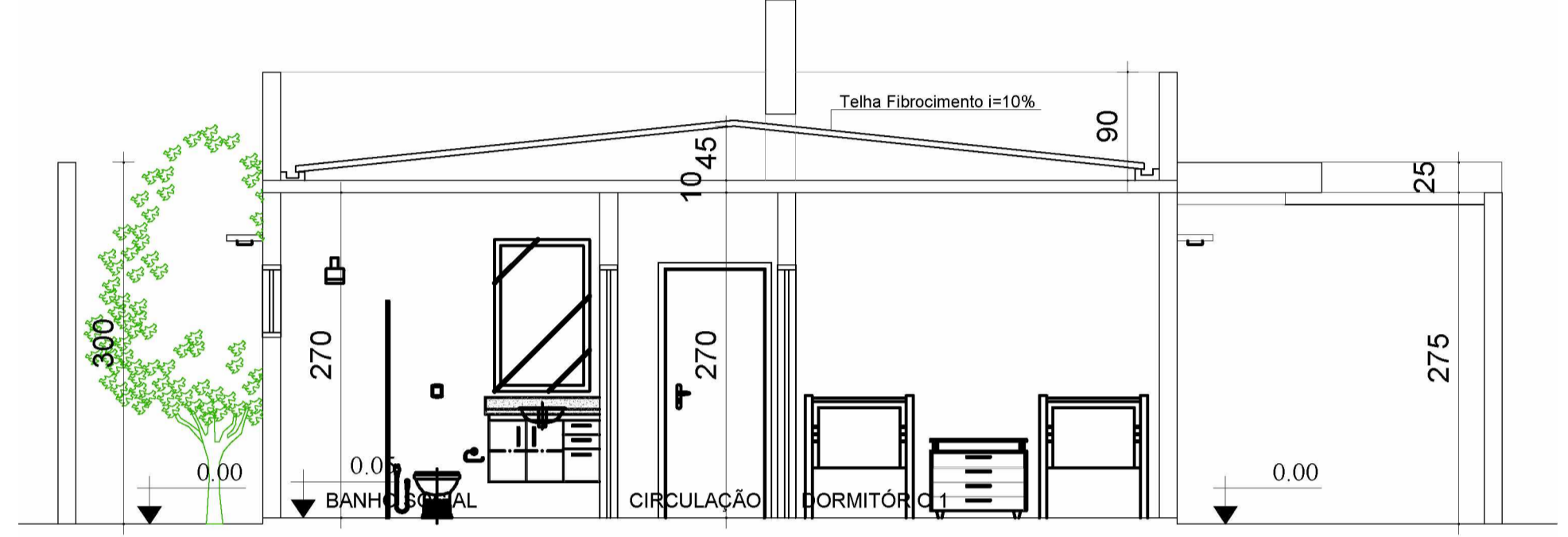
Projeto arquitetônico, folha 2



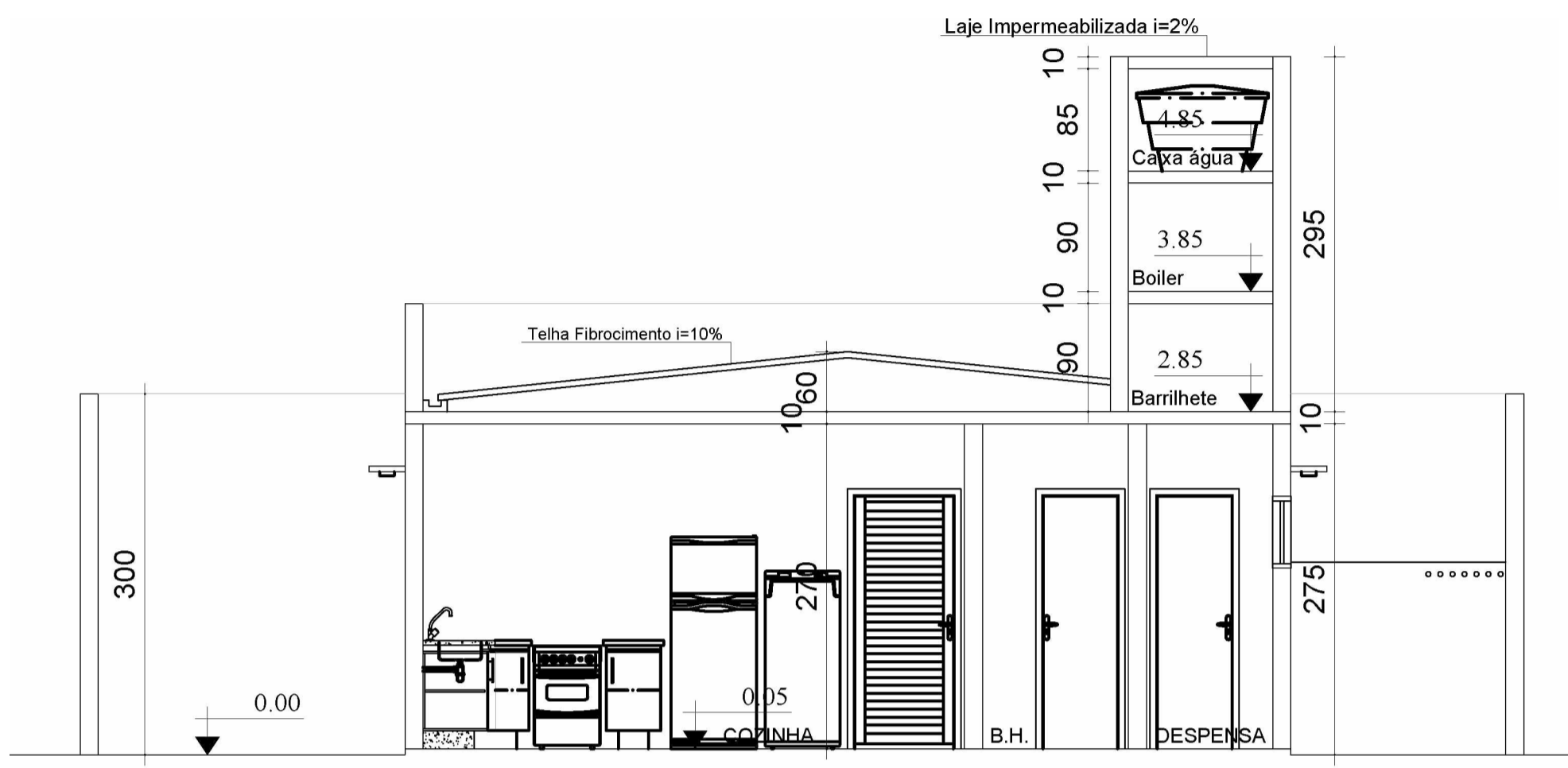
**1 CORTE A-A**  
ESCALA - 1:50

QUADRO DE ESQUADRIAS						
NOME	LARG.	ALT.	PEIT.	QUANT	ACABAMENTOS	OBSERVAÇÕES:
P1	100	210	----	1	Madeira pintada	Porta de Entrada com moldura
P2	80	210	----	4	Madeira pintada	Porta de Abrir Lisa
P3	60	210	----	4	Madeira pintada	Porta de Abrir Lisa
P4	80	210	----	1	Aluminio anodizado	Porta de Abrir veneziana
P5	80	210	----	1	Aluminio anodizado	Porta de Correr Embutida veneziana
P6	400	210	----	1	Blindex	Porta de Correr 4 folhas vidro
P7	80	240	----	1	Aluminio	Portão de Entrada de Pedestres
P8	400	240	----	1	Aluminio	Portão de Entrada de Carros de correr com motor
J1	200	120	90	2	Aluminio anodizado	Veneziana
J2	250	120	90	1	Aluminio anodizado	Veneziana
J3	100	60	150	2	Aluminio anodizado	Janela Maximoar
J4	400	120	90	1	Blindex	Janela de Correr 6 folhas de vidro
J5	200	110	100	2	Blindex	Janela de Correr 4 folhas vidro
J6	60	60	150	2	Aluminio anodizado	Janela Maximoar

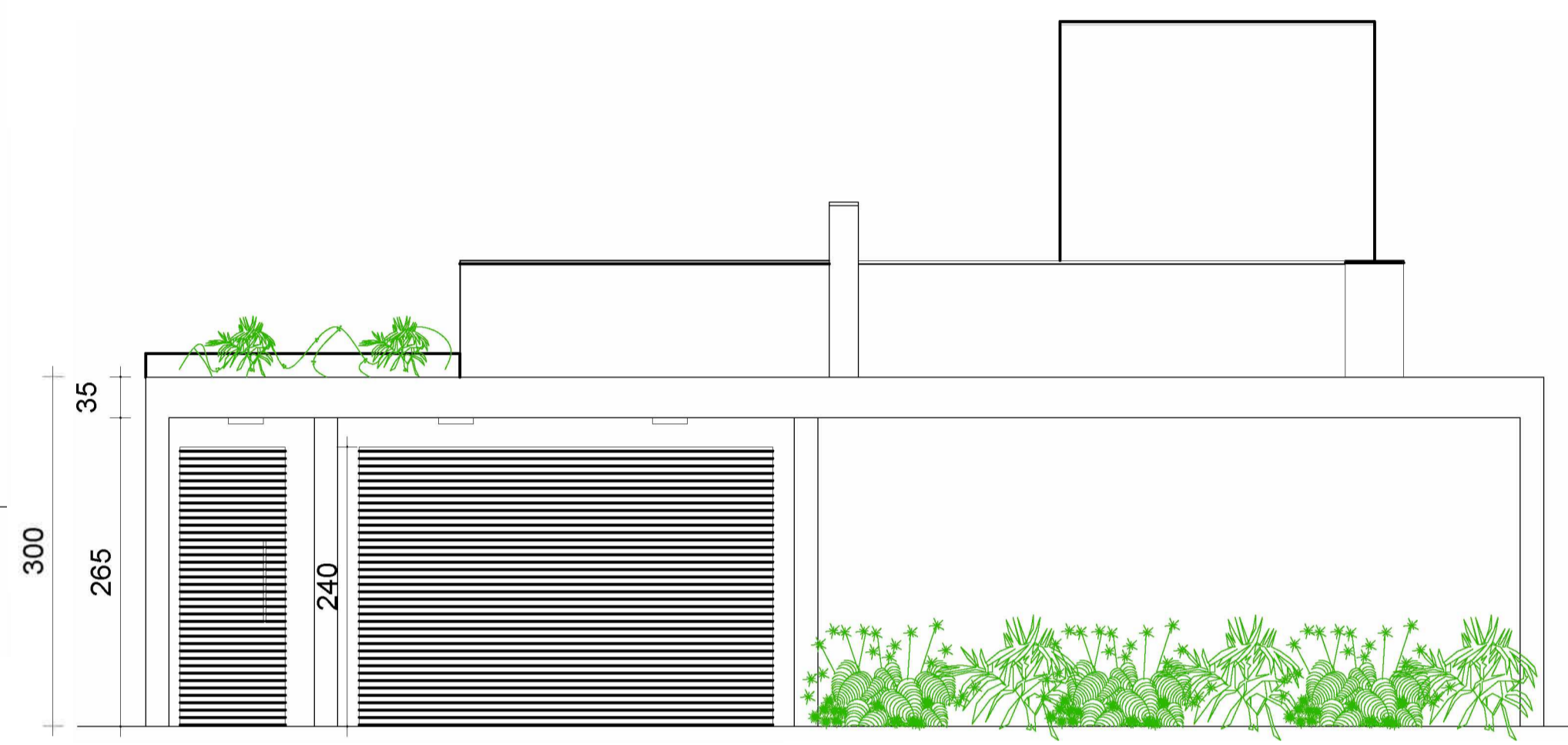
OBS: As marquizes da casa possuem 40cm de largura e ficam à 230cm de altura do chão. Possuem 10 cm de espessura.



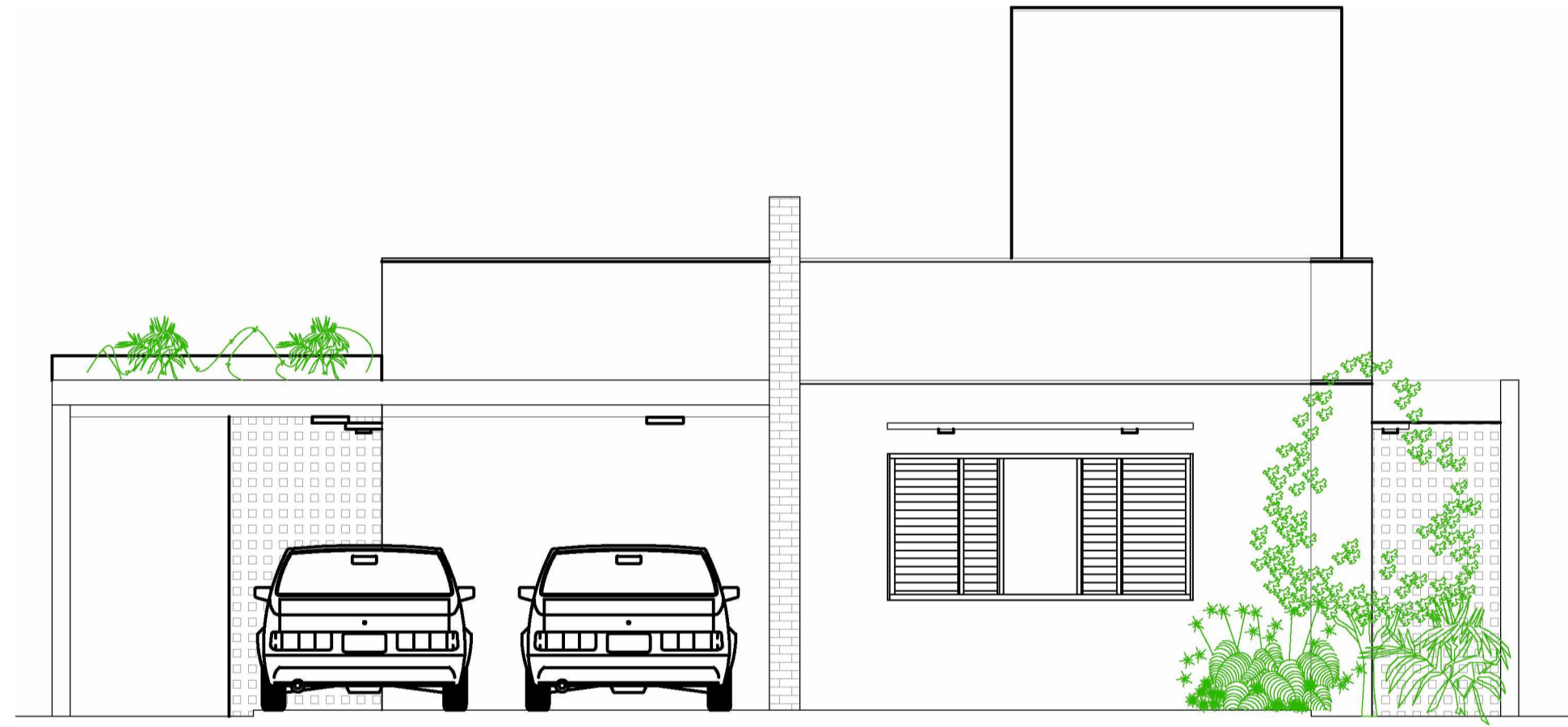
**2 CORTE B-B**  
ESCALA - 1:50



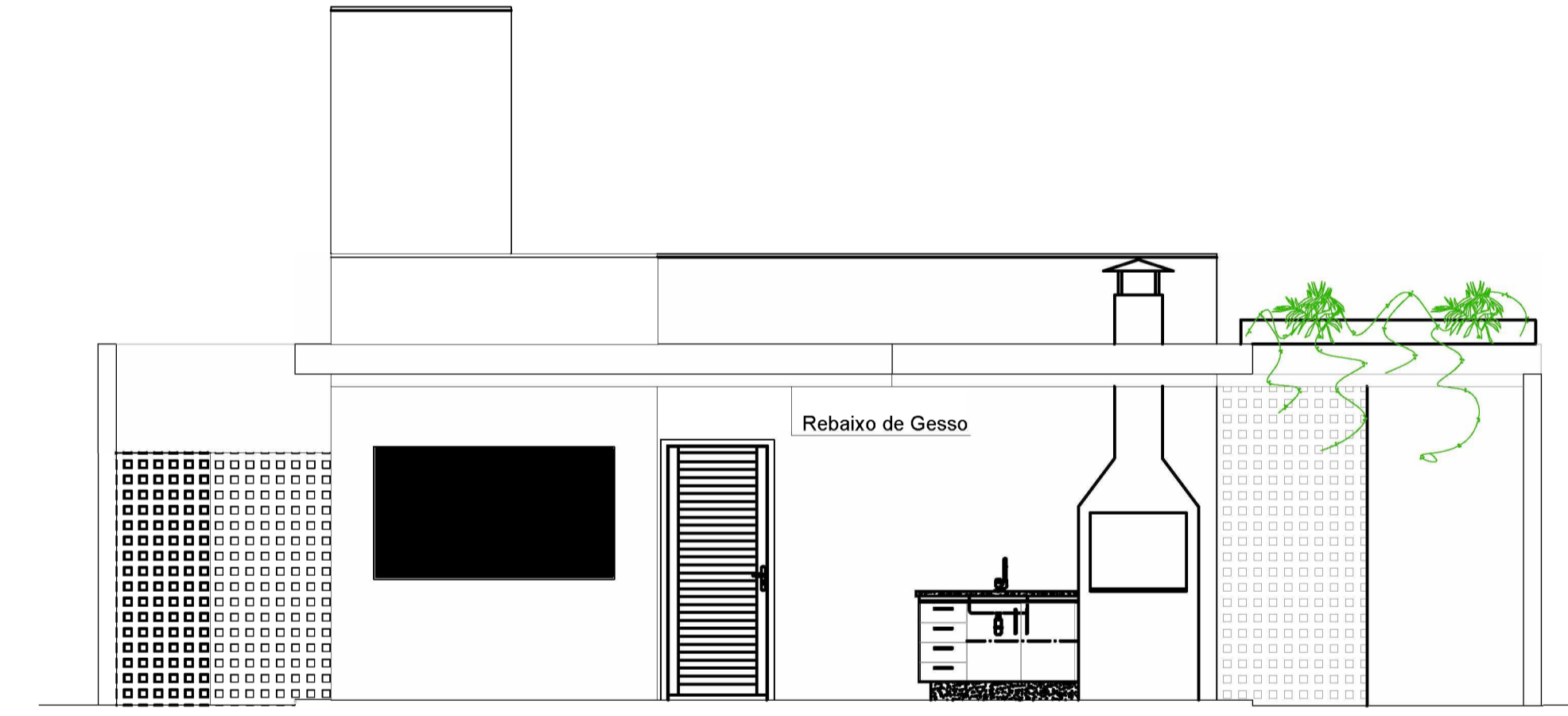
**3 CORTE C-C**  
ESCALA - 1:50



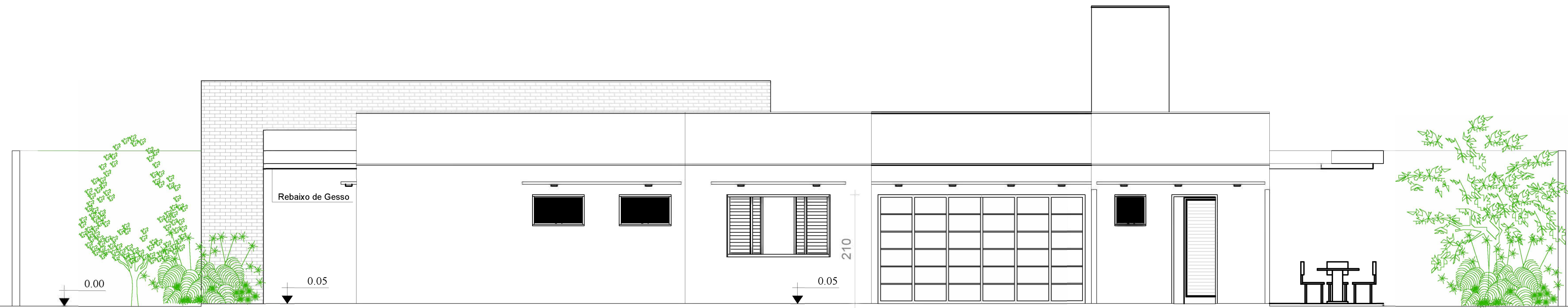
**4 FACHADA EXTERNA**  
ESCALA - 1:50



**5 FACHADA A**  
ESCALA - 1:50



**6 FACHADA C**  
ESCALA - 1:50



**7 FACHADA B**  
ESCALA - 1:50

PREFEITURA:

CREA:

DECLARAÇÃO:  
DECLARO ESTAR CIENTE:  
QUE A APROVAÇÃO DESTA PROJETO NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO QUE O HABITE-SE SE SERÁ FORMADO PARA:  
-PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES;  
-REDE DE AGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VICE-VERSA);  
-PLANTIO DE (QUILAS) BARRIORE PARA CADA 12,00m (DOZE METROS DE PASSO);  
-QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA COPA, UMA VIA DESTA DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA.

PROPRIETÁRIO: **TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS**  
TÍTULO: RESIDENCIA UNIFAMILIAR  
LOCAL: RUA 6  
LOTE: 06      QUADRA: 16      LOTEAMENTO: **AGUAS CLARAS**

ASSINATURAS: PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS  
PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS ARQUITETA CREA 12025 03/00

ÁREAS: (M<sup>2</sup>)  
TERRENO: 360,00 M<sup>2</sup>;  
ÁREA EDIFICAÇÃO:  
CORPO DA CASA: 109,53 m<sup>2</sup>  
GARAGEM: 25,96 m<sup>2</sup>  
VARANDA: 16,42 m<sup>2</sup>  
**ÁREA TOTAL: 151,91 m<sup>2</sup>**  
TAXA DE OCUPAÇÃO: 42,20%  
FOLHA:

CONTEÚDO:  
CORTE A-A / CORTE B-B / CORTE C-C  
FACHADA EXTERNA / FACHADA A / FACHADA C  
FACHADA B / QUADRO DE ESQUADRIAS

PROJETO: MARÇO/2006      DESENHO: ANA CAROLINA      ARQUIVO: PLANTA BAIXA      ESCALA: INDICADA

**02/03**

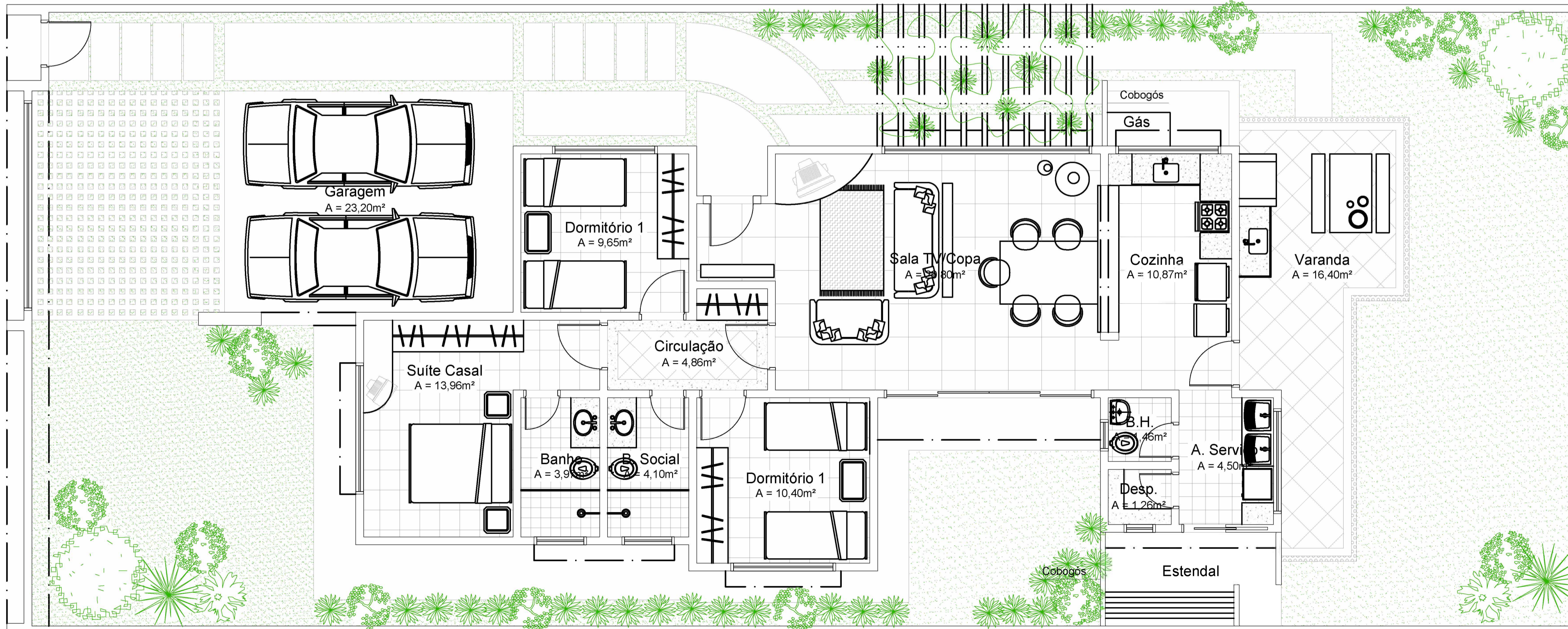
**Anexo C**

Projeto arquitetônico, folha 3



**1 FACHADA D**  
ESCALA - 1:125

		QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES															
AMBIENTES		ENTR. GARAGEM	GARAGEM	CAMINHO LATERAL	SALA TV / COPA	COZINHA	ÁREA SERVIÇO	DESPENSA	B. H. SERVIÇO	ESTENDAL	VARANDA	CIRCULAÇÃO	BANHO SOCIAL	DORMITÓRIO 1	DORMITÓRIO 2	QUARTO CASAL	BANHO CASAL
PISO	CERÂMICA																
	PEDRA SÃO TOMÉ																
Paredes	PINTURA																
	CERÂMICA																
TETO	PINTURA																
	REBAIXO GESSO																



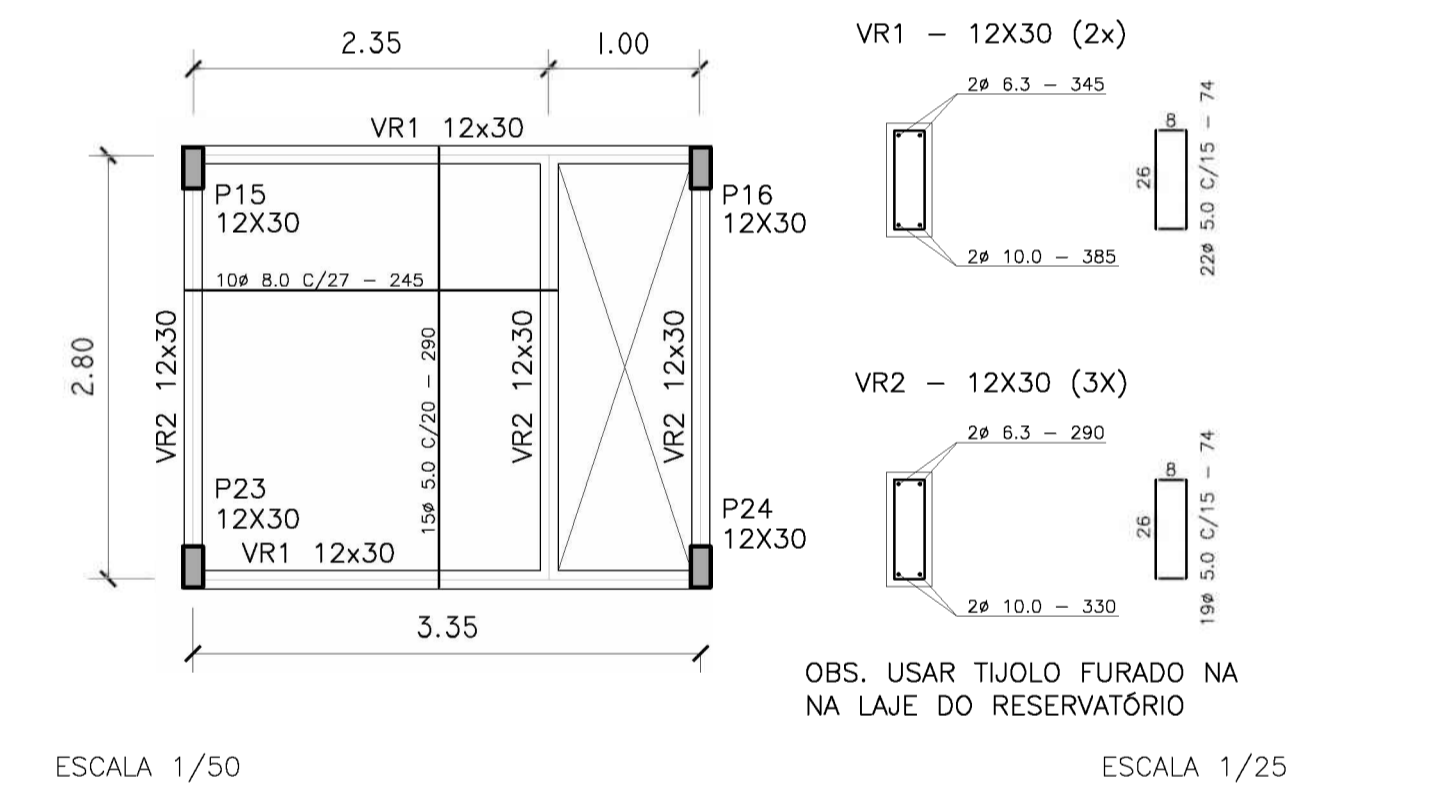
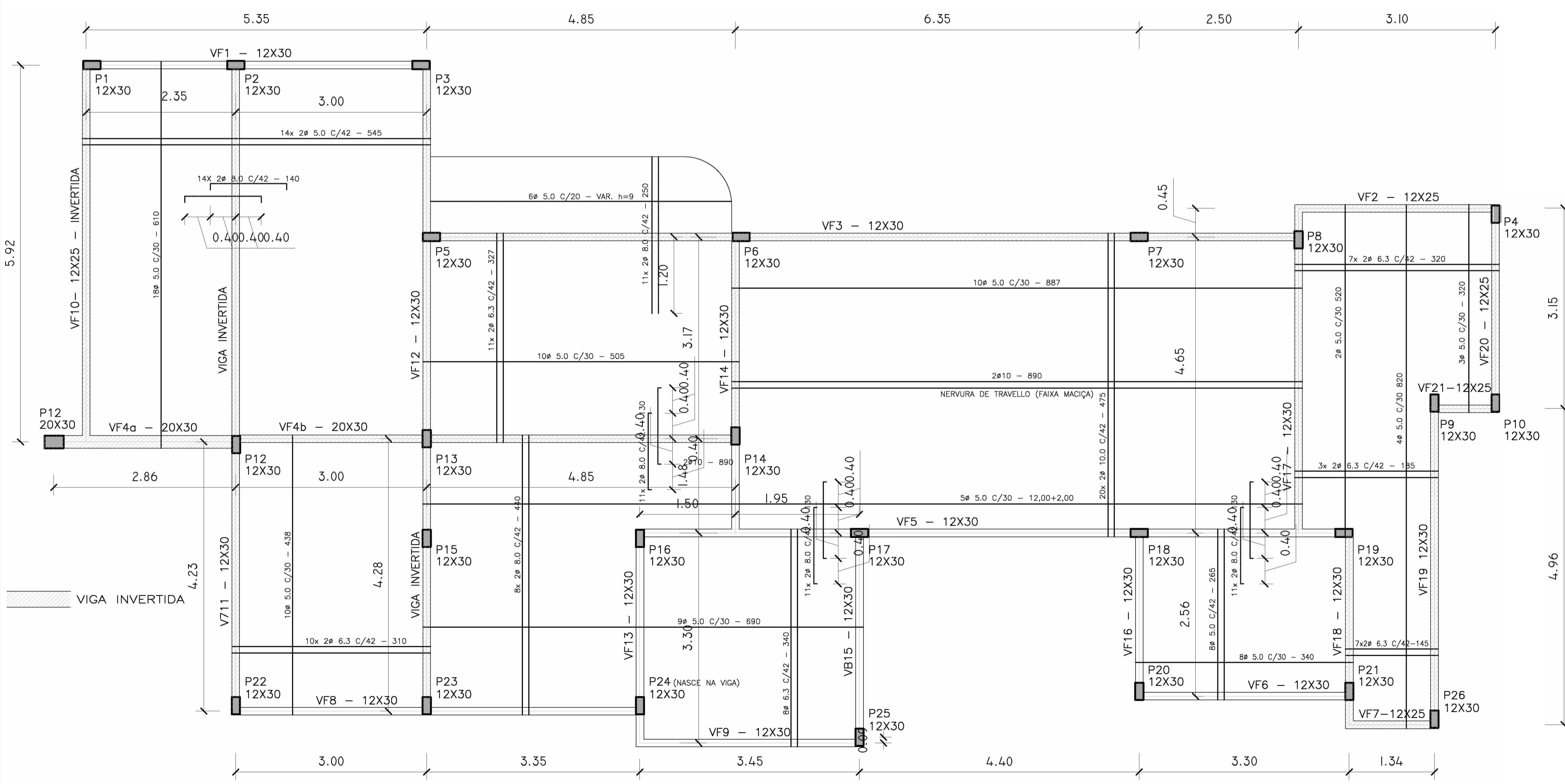
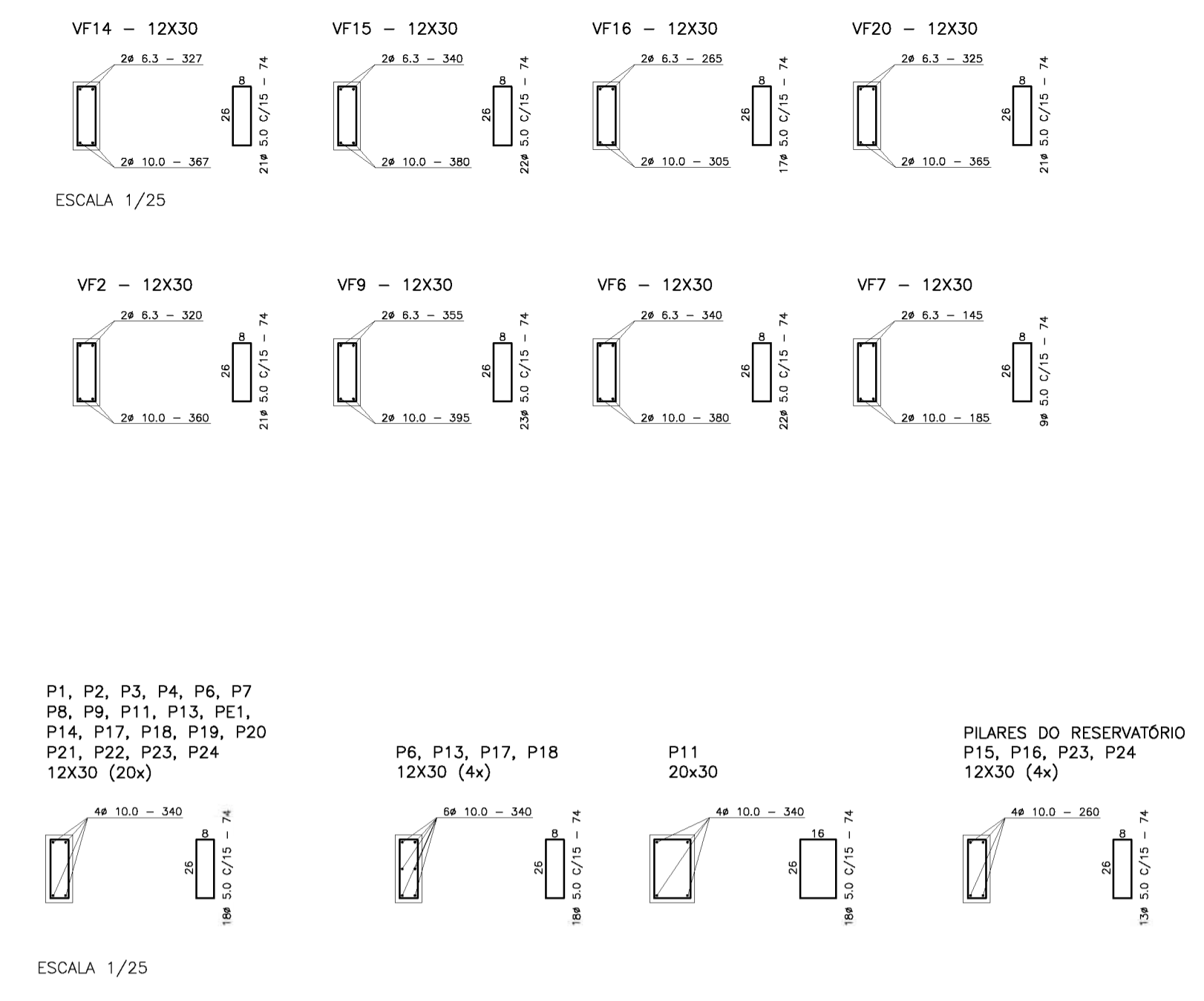
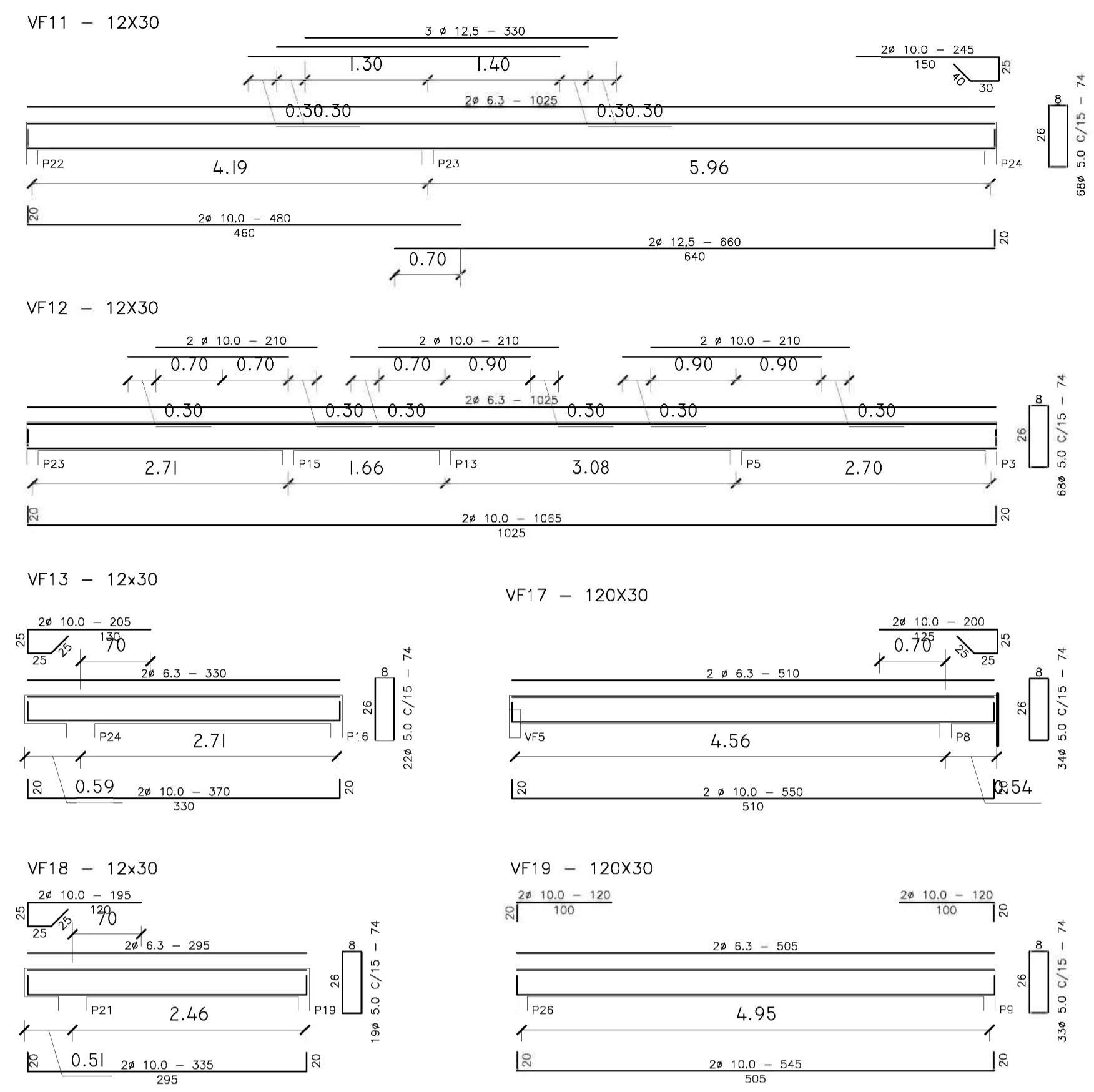
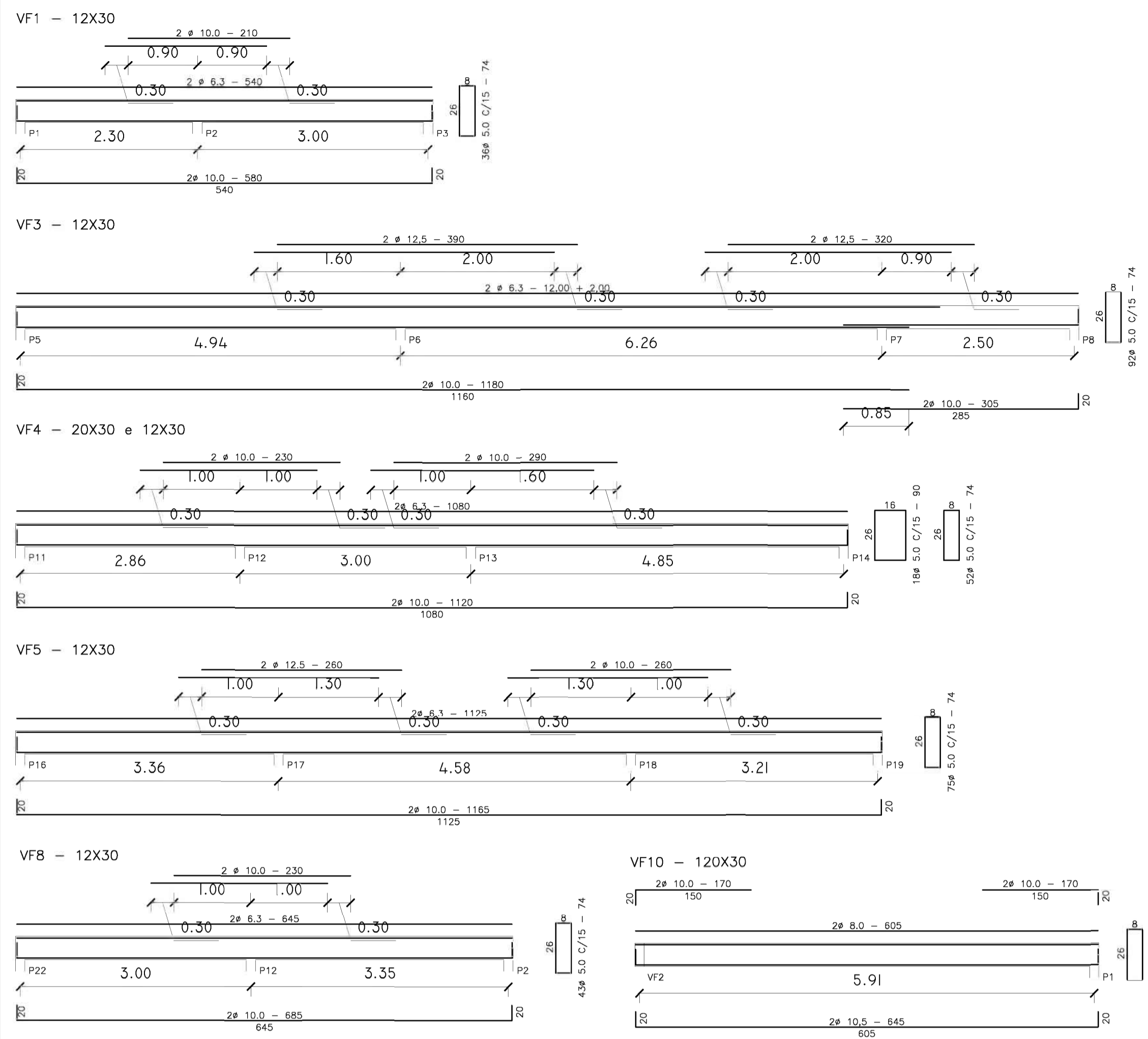
**2 PLANTA LAYOUT**  
ESCALA - 1:50

PREFEITURA:		
CREA:	DECLARAÇÃO:	
<p>PROPRIETÁRIO: <b>TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS</b></p> <p>TÍTULO: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</p> <p>LOCAL: RUA 6</p> <p>LOTE: 06      QUADRA: 16      LOTEAMENTO: ÁGUAS CLARAS</p>		<p>DECLARAÇÃO:</p> <p>DECLARO ESTAR CIENTE QUE A APROVAÇÃO DESTA PROPOSTA NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO QUE O HABITE-SE SÓ SERÁ FORMADO PARA: -PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES; -REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VICE-VERSA); -PLANTIO DE (1)UMA ÁRVORE PARA CADA 12,00m (DOZE METROS DE PASSO); -QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA COPA, UMA VIA DESTA DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA.</p>
ASSINATURAS:	ÁREAS: (M2)	
PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS	TERRENO: 360,00 M2;	
PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS ARQUITETA CREA 12025 0/00	ÁREA EDIFICAÇÃO: 109,53 m2	
	GARAGEM: 25,96 m2	
	VARANDA: 16,42 m2	
	<b>ÁREA TOTAL: 151,91 m2</b>	
CONTEÚDO: FACHADA D / QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES PLANTA LAYOUT	TAXA DE OCUPAÇÃO: 40,20%	
	FOLHA:	
	<b>03/03</b>	
PROJETO: MARÇO/2006	DESENHO: ANA CAROLINA	ARQUIVO: PLANTA BAIXA
	ESCALA: INDICADA	

**Anexo D**

Projeto estrutural, folha 1





FERRAGENS

VIGAS		
#	m	QUANT. BARRAS
5.0	760	65
6.3	225	20
8.0	12	21
10.0	298	24
12.5	56	06

BLOCOS		
#	m	QUANT. BARRAS
6.3	48	04
8.0	35	03
10.0	21	03

PILARES		
#	m	QUANT. BARRAS
5.0	340	29
10.0	735	63

LAJE FORRO		
#	m	QUANT. BARRAS
5.0	708	60
6.3	190	16
8.0	247	21
10.0	220	19

VIGA BALDRAME		
#	m	QUANT. BARRAS
5.0	588	49
6.3	12	01
8.0	46	5
10.0	405	35

DECLARAÇÃO

DECLARO ESTAR CIENTE QUE A APROVAÇÃO DESTA PROPOSTA NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PRESTIÇÃO DO SERVIÇO DE PROJEÇÃO DO TITULAR.

PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAGUINI BARROS

TÍTULO: PROJETO ESTRUTURAL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

LAJE FORRO

LOCAL: RUA 6

LOTE: 06 QUADRA 16 LOTEAMENTO: AGUAS CLARAS

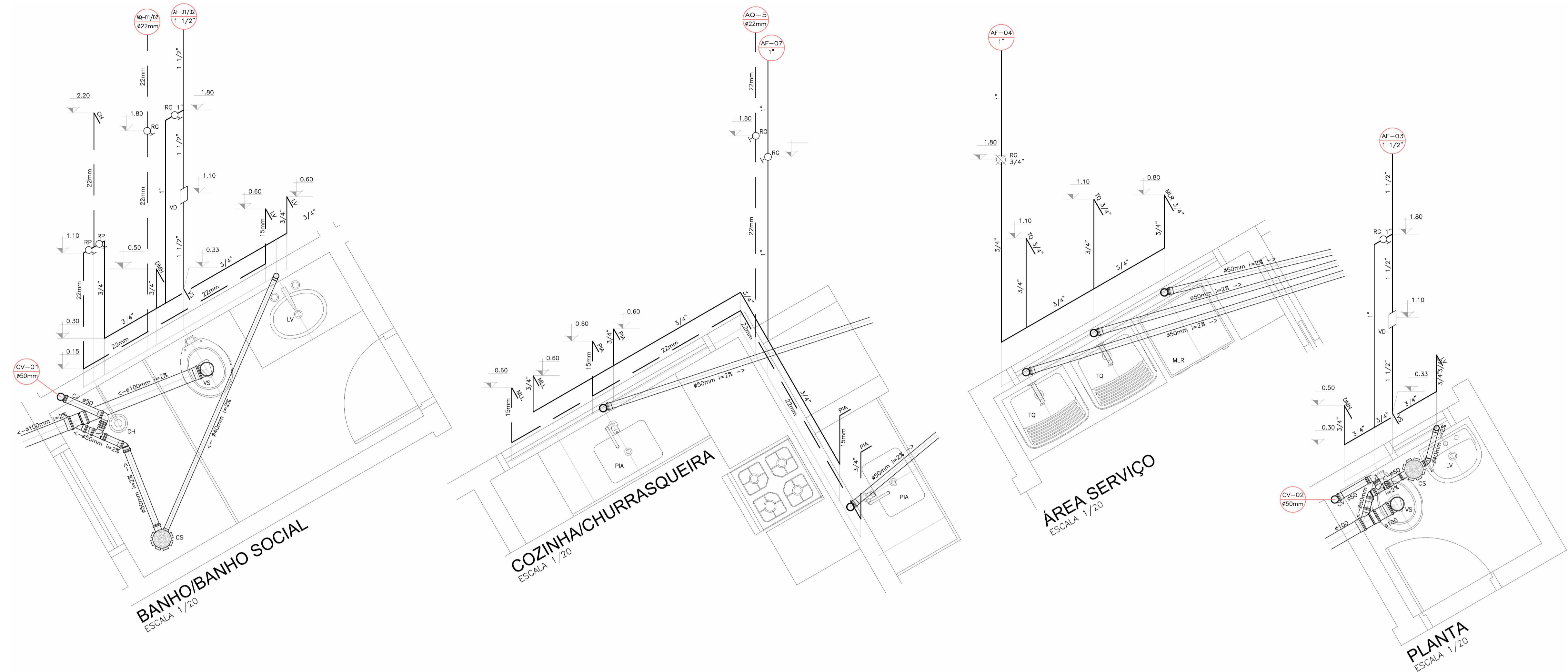
PROFESSOR: JONILDO DE LIMA

PROJETO HIDRÁULICO COMPLETO

ÚNICA

**Anexo E**

PROJETO HIDROSSANITÁRIO FOLHA 1



### LEGENDA

- AF AGUA FRIA
- AL ALIMENTAÇÃO
- AP AGUA PLUVIAL
- BH BANHEIRA
- CA CAIXA DE AREIA
- CG CAIXA DE GORDURA
- CH CHUIVEIRO
- CI CAIXA DE INSPEÇÃO
- CS/CA CAIXA SIFONADA EM ALVENARIA
- CS1 CAIXA SIFONADA 100x100x50
- CS2 CAIXA SIFONADA 100x150x50
- CS3 CAIXA SIFONADA 150x150x50
- CV COLUNA DE VENTILAÇÃO
- DMH DUCHA HIGIENICA MANUAL
- FL FILTRO DE AGUA
- LV LAVATORIO
- MLR MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
- ML MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
- RG REGISTRO GAVETA
- RP REGISTRO PRESSÃO
- RS RALO SIFONADO
- TO TUBO DE QUEDA - ESCOTO
- TJ TORNEIRA JARDIM
- TG TANQUE
- TQ TUBO DE QUEDA - GORDURA
- VCR VÁLVULA COM REGISTRO
- VS VASO SANITARIO

- / TUBULAÇÃO SOBE
- / TUBULAÇÃO DESCE
- HIDROMETRO
- TUBULAÇÃO PRIMÁRIA
- TUBULAÇÃO SECUNDÁRIA
- TUBULAÇÃO DE VENTILAÇÃO
- TUBULAÇÃO AGUA PLUVIAL - AP
- TUBULAÇÃO AGUA FRIA (ALIMENTAÇÃO) - AL

### PONTOS UTILIZAÇÃO

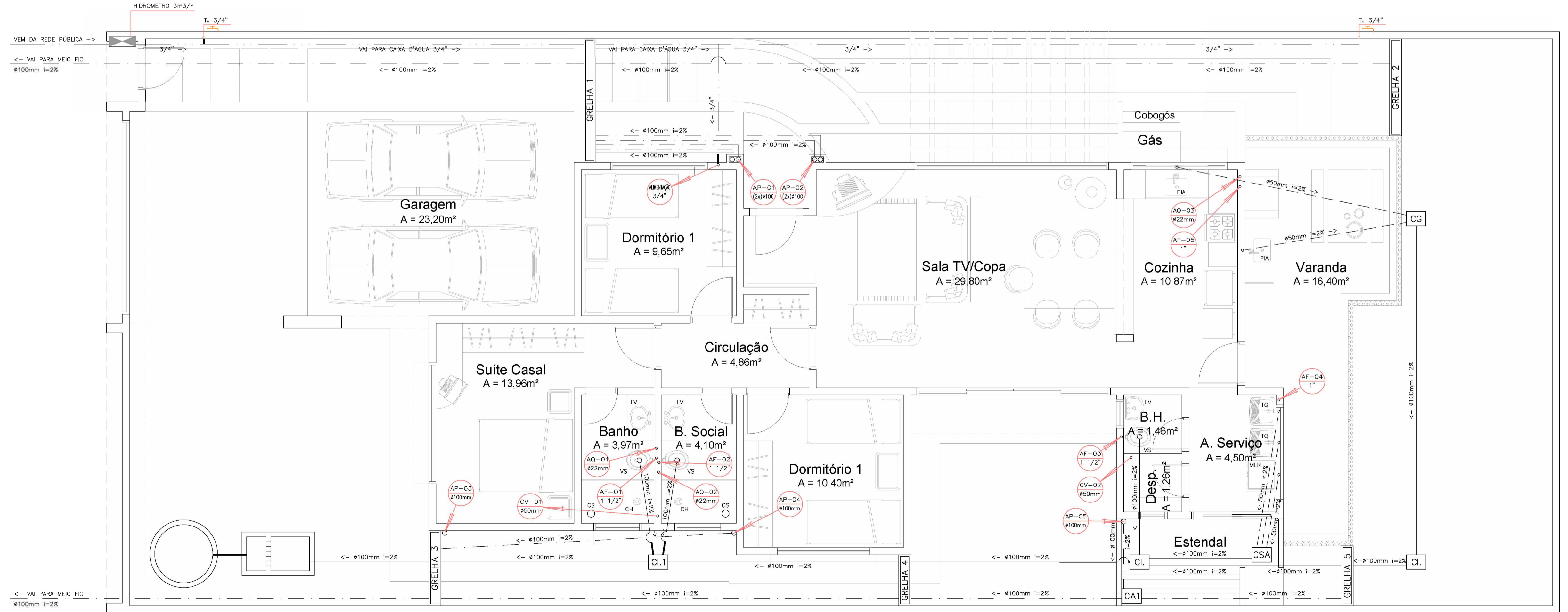
APARELHO	CHEGADA DA ÁGUA
BIÔE	0,20 m
CHUIVEIRO	2,20 m
DUCHA	0,50 m
LAVATORIO	0,60 m
MLR	0,60 m
ML	0,60 m
PIA COZINHA	0,60 m
TANQUE	1,10 m
TORNEIRA JARDIM	0,50 m
VASO SANITÁRIO	0,33 m

### INCLINAÇÕES

Ø	CÓDIGO
40	2%
50	2%
75	2%
100	2%

OBS: COTAS ESGOTO EM mm  
COTAS ÁGUA FRIA EM POLEGADAS

- CI CAIXA DE AREIA
- CG CAIXA DE GORDURA
- CI CAIXA DE INSPEÇÃO
- CSA CAIXA SIFONADA EM ALVENARIA



**PLANTA**  
ESCALA 1/50

PROFESSORA:		DECLARAÇÃO:	
DESA:		DECLARO ESTAR CIENTE DE QUE A ENTREGA DESTA PLANHA NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO SIGILO DE PROJEÇÃO DO TITULO	
PROPRIETARIA: TANIA REGINA PELLAGUM BARROS TITULO: PROJETO HIDRÁULICO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR LOCAL: RUA 6 LOTE: 06 QUADRA: 16 LOTEAMENTO: AGUAS CLARAS			
ASSINATURA:	ÁREAS (m²):	TÉRREO: 26,21 m²	
PROFESSOR:	TANIA REGINA PELLAGUM BARROS	ÁREA TOTAL: 26,21 m²	
PROFESSOR:		TANIA REGINA PELLAGUM BARROS	
PROFESSOR:		TANIA REGINA PELLAGUM BARROS	
CONTEÚDO:	PROJETO HIDRÁULICO COMPLETO		FECHA:
DATA:	01/04/2024	PREÇO:	R\$ 10.000,00

**ÚNICA**

**Anexo F**

PROJETO ELÉTRICO FOLHA 1



**Anexo G**

ESTRUTURA ANALITICA DE PROJETO – EAP

## Anexo G - Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

CASA MODELO																						
1.1 Serviços Preliminares	1.2 Infraestrutura	1.3 Estrutura	1.4 Vedação	1.5 Instalações elétricas	1.6 Instalações HIDRO-SANITÁRIAS	1.7 Sistema de impermeabilização	1.8 Revestimentos	1.9 Pintura	1.10 Acabamentos	1.11 Serviços Finais												
1.1.1 Limpeza do terreno	1.2.1 Estacas	1.3.1 Pilares	1.4.1 Alvenaria	1.5.1 QDC	1.6.1 Água Fria	1.7.1 Impermeabilização das fundações	1.8.1 S.R.A	1.9.1 Pintura Interna	1.10.1 Louças	1.11.1 Limpeza final da obra												
1.1.2 Instalações provisórias	1.2.2 Blocos/ Vigas Baldramas	1.3.2 Vigas	1.4.2 Telhado	1.5.2 Tomadas e interruptores	1.6.2 Esgoto	1.7.2 Impermeabilização de áreas molhadas	1.8.2 Gesso corrido teto	1.9.2 Pintura Externa	1.10.2 Metais	1.11.2 Paisagismo												
1.1.3 Canteiro de obras		1.3.3 Lajes	1.4.3 Esquadrias	1.5.3 Conduites	1.6.3 Água pluvial		1.8.3 Revestimento cerâmico		1.10.3 Pedras naturais													
1.1.4 Gabaritos				1.5.4 Caixas de passagem																		
				1.5.5 Enfição																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Legenda</th> </tr> <tr> <td style="width: 20px; background-color: red;"></td> <td colspan="3">Item não contemplado neste trabalho</td> </tr> </table>											Legenda					Item não contemplado neste trabalho						
Legenda																						
	Item não contemplado neste trabalho																					
								<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">EAP</td> <td style="text-align: center;">v2</td> <td style="text-align: center;">25/04/2019</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Casa modelo</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Rafael Giacomini Rodrigues</td> </tr> </table>				EAP	v2	25/04/2019	Casa modelo				Rafael Giacomini Rodrigues			
	EAP	v2	25/04/2019																			
Casa modelo																						
Rafael Giacomini Rodrigues																						