



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GILVAM FERREIRA BARBOSA

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A CRIAÇÃO E
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR**

ANGICOS-RN

2020

GILVAM FERREIRA BARBOSA

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A CRIAÇÃO E
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ma. Andrea Saraiva de
Oliveira.

ANGICOS-RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B238u Barbosa, Gilvam Ferreira .
 UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A CRIAÇÃO E
 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA
 UNIFAMILIAR / Gilvam Ferreira Barbosa. - 2020.
 90 f. : il.

 Orientadora: Andrea Oliveira.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2020.

 1. Autodesk Revit. 2. Harmonização. 3.
 Modelagem. 4. Construção Civil. I. Oliveira,
 Andrea, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

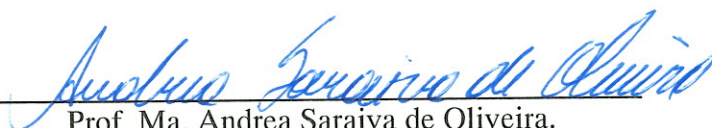
GILVAM FERREIRA BARBOSA

**ESTUDO DE CASO NA UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A
CRIAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 04 / 02 / 2 020.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Ma. Andrea Saraiva de Oliveira.
Presidente



Prof. Me. Marcílio Luís Viana Correia
Membro Examinador



Prof. Eng.^a Maria Cristina Cavalcante Belo
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me dar esperança em momentos difíceis.

Agradeço a minha mãe por sempre me apoiar e acreditar em meu potencial.

Agradeço a minha orientadora por me acompanhar e me orientar durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos que me acompanharam e me apoiaram durante toda a trajetória do curso.

“Nenhuma Engenharia constrói caráter,
mas com caráter se faz os melhores engenheiros”.

Jordan Lucas

RESUMO

A partir da década de 60 houve no Brasil um intenso processo de urbanização que resultou em uma grande demanda de projetos de construção civil, com isso começaram a surgir cada vez mais escritórios especializados em um único nicho de projeto. Devido a isso ocorreu um grande distanciamento entre os projetistas, resultando em obras com um número grande de incompatibilidades, ocasionando com isso problemas estéticos, estruturais e funcionais, que demandam um alto custo para a sua correção. Com o passar dos anos surgiram vários métodos para detectar essas incompatibilidades e por sua vez corrigi-las ainda na fase de projeto, entre esses métodos está a metodologia BIM que emprega a ideia de elaboração conjunta de projetos unindo os mesmos em um ambiente virtual colaborativo onde as informações são compartilhadas de modo prático. Dessa forma, esse trabalho buscou testar a aplicabilidade e a usabilidade interoperacional da metodologia BIM utilizando para isso o software Autodesk Revit®, que é baseado nessa metodologia, para a criação e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar. O Autodesk Revit® atendeu todas as premissas da metodologia BIM, oferecendo funcionalidades que permitiram a interoperabilidade entre os projetos criados nessa plataforma, possibilitando assim a detecção e por sua vez a correção de incompatibilidades que foram surgindo ao longo do processo de elaboração deles. Contudo, durante a produção de alguns projetos houve uma certa dificuldade em modelar alguns componentes específicos, devido ao fato de algumas funcionalidades do software não serem intuitivas, exigindo assim um conhecimento mais aprofundado do Autodesk Revit®, para se ter um total aproveitamento das funcionalidades oferecidas por ele.

Palavras-chave: Autodesk Revit, Harmonização, Modelagem, Construção Civil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões e áreas mínimas para os vãos destinados à iluminação, ventilação das residências unifamiliares	23
Figura 2 - Ábaco para dimensionamento de tubulações de água fria.....	25
Figura 3 - Locação.....	34
Figura 4 - Localização do comando “Vínculo do Revit” na interface do software Autodesk Revit®.	36
Figura 5 - Marcação dos eixos em planta.....	37
Figura 6 - Planta baixa do projeto de fôrmas estruturais com destaque nos pilares quadrados.....	38
Figura 7 - Localização do comando “Vista 3D padrão” na interface do software Autodesk Revit®.	39
Figura 8 - Utilização do comando “Visibilidade/Gráficos” para configurar a reprodução de elementos na vista 3D.	40
Figura 9 - Janela transpassando pilar estrutural.....	41
Figura 10 - Vista 3D das tubulações do banheiro do andar superior, da cozinha e da lavanderia.....	49
Figura 11 - Tubo de esgoto do primeiro andar que se conecta com o tudo de queda	50
Figura 12 - Ramal de ventilação passando por debaixo da viga	50
Figura 13 - Vista em 3D das tubulações de esgoto do andar térreo	51
Figura 14 - Coluna de Distribuição desviando de viga	51
Figura 15 - Vista frontal da Coluna de Distribuição desviando da viga.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico demonstrando as curvas de custos de mudanças e potencial de agregar valor ao longo do tempo	17
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesos relativos dos aparelhos sanitários	24
Tabela 2 – Diâmetros mínimos dos sub-ramais para as peças de utilização	25
Tabela 3 - Perdas de cargas equivalentes das conexões	27
Tabela 4 - Número de Unidades Hunters e Diâmetro Nominal mínimo do ramal de descarga para os aparelhos sanitários.	28
Tabela 5 - Dimensionamento dos ramais de esgoto	28
Tabela 6 – Dimensionamento de tubos de queda	29
Tabela 7 – Dimensionamento de Ramais de Ventilação	29
Tabela 8 – Dimensionamento de Colunas e Barriletes de Ventilação.....	30
Tabela 9 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial	30
Tabela 10 - Relação entre as dimensões mínimas exigidas pelo código de obras do município de Fortaleza e as dimensões aplicadas no projeto	34
Tabela 11 - Relação entre os critérios de iluminação e ventilação exigidos pelo código de obras do município de Fortaleza e as dimensões aplicadas no projeto.....	35
Tabela 12 - Somatório dos Pesos Relativos	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Model
IFC	Industry Foundation Classes
2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
PIB	Produto Interno Bruto
CI	Caixa de Inspeção
TQ	Tubo de Queda
CV	Coluna de Ventilação
AF	Coluna de Água Fria
BR	Brasil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
UHC	Unidades Hunters de Comprimento
DN	Diâmetro Nominal
KPa	Quilo Pascal

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca Registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	16
3.2 BIM (MODELAGEM DA CONSTRUÇÃO).....	18
3.3 USO DA METODOLOGIA BIM NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NACIONAL	20
3.4 NORMATIZAÇÃO DE PROJETOS	22
3.4.1 Projeto arquitetônico.....	22
3.4.2 Projeto de água fria	23
3.4.3 Projeto de Esgoto	27
4. METODOLOGIA.....	31
4.1 MÉTODO DA PESQUISA	31
4.2 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS.	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	33
5.2 ELABORAÇÃO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS FÔRMAS ESTRUTURAIS	35
5.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO	41
5.3.1 Projeto de instalações de água fria.....	41
5.3.2 Projeto de instalações de esgoto sanitário	45
5.3.3 Compatibilização do projetos hidrossanitário	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE	57

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 60, ocorreu no Brasil uma reorientação econômica para o setor industrial, que resultou em uma intensificação do processo de urbanização, gerando assim uma alta demanda para o mercado da construção civil, em especial para o setor das edificações. (VARGAS, 1994).

Outro fato decorrente do crescimento do mercado da construção civil visto na década de 60, foi a formação de vários escritórios de projetos especializados em arquitetura, estrutura e instalações, que com o passar do tempo se distanciaram progressivamente das equipes que executavam os seus projetos, tendo como resultado disso, altos índices de desperdício nos empreendimentos da construção civil (MIKALDO JR; SCREER, 2008).

Dessa forma, também foi crescente o aumento das incompatibilidades entre as disciplinas de projetos, devido ao foco dos escritórios em apenas desenvolver seu nicho de projetos sem se preocupar com as possíveis interferências que os demais nichos poderiam vir a provocar (BRYDE; BROQUETAS; VOLM, 2012).

Em virtude dessa problemática, surgiram várias técnicas que promoviam a amenização desses problemas. Essas técnicas inicialmente se baseavam na sobreposição de plantas em duas dimensões (2D). Com a evolução dos programas computacionais, surgiram softwares que traziam tecnologia de gráficos em 3D (Três dimensões), que possibilitaram uma visão dos projetos mais aproximada do mundo real, facilitando a percepção de incompatibilidades entre as disciplinas de projetos (MIKALDO JR; SCHEER, 2008).

A crescente evolução desses softwares, abriu um leque de opções de melhoramento nas áreas de planejamento, gerenciamento, orçamento e compatibilização de projetos (RODRIGUES *et al*, 2017).

Com isso surgiu no mercado softwares baseados na metodologia BIM (*Building Information Model*) que possibilita a junção de todas as disciplinas de projetos em um único arquivo contendo todas as informações de logística, materiais e quantitativos além de suporte a criação de vistas e planos geométricos em 2D e 3D, possibilitando assim um melhor gerenciamento na elaboração e compatibilização de projetos (SUCCAR, 2009).

De acordo com Rodrigues et al. (2017), as empresas que utilizaram a tecnologia BIM obtiveram grandes ganhos na administração de processos construtivos e organizacionais, além de consideráveis reduções nas incompatibilidades de projetos uma vez que houve uma melhor comunicação entre os projetistas e um melhor suporte nas representações gráficas desses projetos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Testar a aplicabilidade e a usabilidade interoperacional do software Autodesk Revit®, que é estruturado na metodologia BIM, para a criação e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar os projetos arquitetônico, de fôrmas estruturais e o de sistemas hidrossanitário de uma residência utilizando o software Autodesk Revit® para a compatibilização e representação gráfica dos projetos;
- Identificar as dificuldades de fomentação de projetos dessa plataforma;
- Identificar os métodos de compartilhamento de informações disponíveis no Autodesk Revit®.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Picchi (1993), a compatibilização de projetos corresponderia à tarefa de reunir todos os projetos de uma obra e identificar as interferências existentes entre eles e de forma conjunta com os projetistas resolvê-las.

Já segundo a definição proposta por Graziano (2003), a compatibilização entre projetos seria marcada pelo uso inteligente do espaço geométrico, de forma que não haja conflito entre os projetos que compõem a obra, e pelo compartilhamento de dados entre esses projetos de forma que esses dados sejam consistentes e confiáveis até o termino do ciclo de construção da obra.

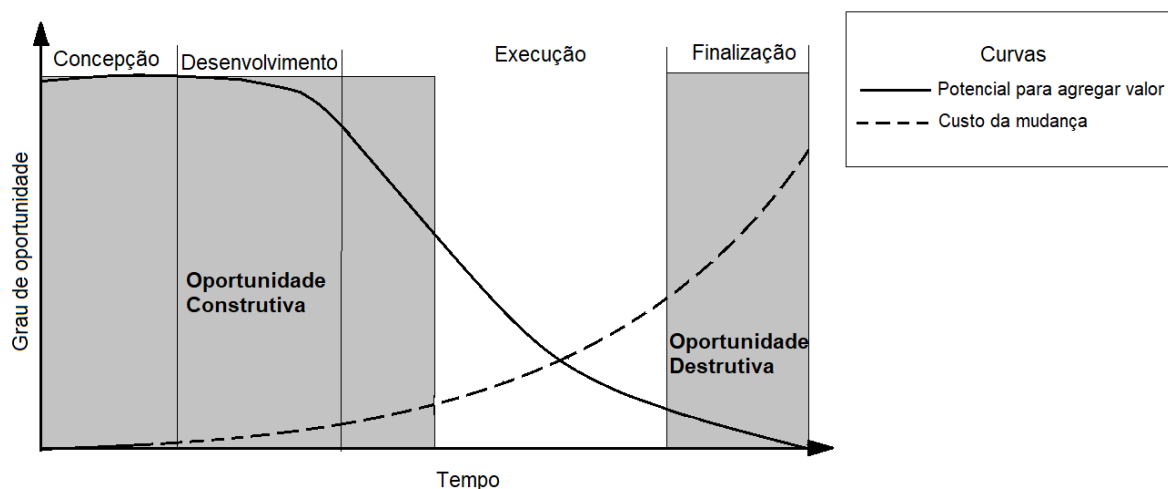
Dessa forma, dentre as definições apresentadas chega-se à ideia de que, o estudo das interferências físicas e o compartilhamento de dados contidos nos projetos são pontos chaves que caracterizam a compatibilização de projetos.

Para Rodriguez e Heineck (2001), a compatibilização é um processo que deve ser feito desde as fases iniciais de idealização dos projetos, passando assim pelas etapas de estudos preliminares, anteprojeto, projetos legais e projeto executivo.

De acordo com Mikaldo Jr e Scheer (2008), a compatibilização de projetos é de grande importância, pois ela permite a identificação e a solução de falhas de incompatibilidade já na fase de projeto, acarretando grande economia em tempo e dinheiro em comparação ao caso de essas falhas serem identificadas apenas na etapa de execução.

Mattos (2010), complementa o que foi dito no parágrafo anterior, demonstrando através do gráfico 01, sua visão da relação existente entre o potencial de agregar valor e o custo de mudança.

Gráfico 1 - Gráfico demonstrando as curvas de custos de mudanças e potencial de agregar valor ao longo do tempo



Fonte: MATTOS (2010)

Conforme é mostrado no gráfico 01, as fases de uma obra são divididas em concepção, desenvolvimento, execução e finalização. Entre as fases de concepção e desenvolvimento, a curva de potencial para agregar valor tem seu ponto máximo, e a curva de custo de mudança tem seu ponto de mínimo, por sua vez entre as fases de execução e finalização da obra, a curva de potencial para agregar valor tem seu ponto mínimo e a curva de custo de mudança tem seu ponto máximo, logo, quanto mais houver o aperfeiçoamento do planejamento dos projetos nas fases iniciais da obra, menos serão os custos de mudanças ocasionados por erros de projetos (MATTOS, 2010).

Uma vez discutido sobre a definição de compatibilidade de projetos e a sua importância, se faz necessário discutir sobre como as compatibilizações de projetos são empregadas nas empresas relacionadas à construção civil.

Em estudo de caso realizado por Mikaldo Jr e Scheer (2008), de três obras as quais se utilizou métodos de compatibilização difundidos no mercado nacional sendo que, uma obra utilizou a sobreposição de plantas em duas dimensões (2D), método mais tradicional, que consiste em sobrepor os projetos em 2D em pares de disciplinas para posterior verificação manual das incompatibilidades geométricas e para as outras duas obras foram utilizadas a integração de modelos em três dimensões (3D) que consiste na utilização de softwares que verificam os projetos feitos em 3D de forma simultânea, apontando de forma automática as incompatibilidades geométricas de um projeto para o outro (MIKALDO JR SCHEER, 2008).

Para Mikaldo Jr e Scheer (2008), o método que trouxe mais vantagem foi a integração de modelos em 3D, pois permitiu uma melhor visualização das incompatibilidades e ainda permitiu a verificação de todas as disciplinas de uma vez só.

Na atualidade surgiu no mercado nacional outro método que está ganhando vários adeptos que é a modelagem da construção, conhecida também pela sigla BIM (Building Information Model), que se diferencia do método da integração de modelos em 3D em dois aspectos. O primeiro é que os softwares que são baseados em BIM permitem a integração e o trabalho coordenado das equipes de projeto desde o início da concepção do projeto, permitindo a identificação de falhas já no início do projeto e não na parte final como o outro método sugere. O segundo aspecto é que os softwares em BIM geram um banco de dados unificado contendo dados dos materiais, suas propriedades, custos entre outros que auxiliam na compatibilização de projetos não só do ponto de vista geométrico e espacial, mas também no ponto de vista de conformidade de matérias e custos (MARSICO *et al*, 2017).

3.2 BIM (MODELAGEM DA CONSTRUÇÃO)

Segundo definição da Autodesk (2017), o BIM é uma metodologia a qual se baseia na criação de um modelo 3D que contenha todos os projetos referentes a construção de uma obra, de forma que esse modelo auxilie na otimização dos projetos, na documentação, e que também possa ser compartilhado pelas equipes de planejamento, desenvolvimento e execução da obra.

De acordo com Succar (2009), o BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que atuam mutuamente em um processo de gerenciamento e compartilhamento de informações através de vias digitais do projeto construtivo central da obra.

Conforme pesquisa realizada por Kim et al. (2013), a utilização do BIM acarretou às empresas do ramo da construção, resultados bastante positivos na aplicação de cronogramas, compartilhamento e gerenciamento de informações se comparados a outros métodos. Outras pesquisas realizadas nos países da América do Norte pela McGraw-Hill Construction (2012), relatou que a utilização do BIM pelos donos de empresas gerou um percentual de 61% (sessenta e um por cento) menos erros e omissões na documentação.

Para Eastman et al. (2014), para que a adoção da metodologia BIM tenha sucesso é preciso que haja fundamentação na modelagem paramétrica e na interoperabilidade. Essa última é necessária para que possa haver um compartilhamento mútuo de informações e modelos de projetos mesmo que feitos em diferentes softwares (EASTMAN *et al*, 2014).

Seguindo essa premissa de interoperabilidade foi criado um formato de arquivo digital aberto, denominado de IFC (*Industry Foundation Classes*), que traz a proposta de poder ser lido por todos os softwares que se baseiam no conceito BIM sem que haja perdas de informação de dados na conversão para este formato. E para garantir que essa proposta seja respeitada e também para incentivar os desenvolvedores de softwares a permitir em seus produtos a opção de conversão para o formato IFC, foi criado pela Building Smart que é uma empresa referência nesse setor, a certificação IFC, que já alcançou a marca de mais 140 (cento e quarenta) plataformas de softwares certificadas e aptas a utilização desse formato (BUILDING SMART, 2019).

Outra tecnologia importante para a aplicação do BIM é a modelagem paramétrica. Nessa modelagem objetos que compõem os projetos dos sistemas prediais, tais como tubulações, paredes, vigas e pilares, além de terem sua representação gráfica contida na modelagem também possuem outros parâmetros tais como os tipos dos materiais de fabricação, os coeficientes de cálculo, os valores de mercado etc. Esses parâmetros ficam armazenadas em um grande banco de dados cujas informações podem ser acessadas a qualquer momento por todos os envolvidos nesses projetos. Dessa forma, à medida que mais objetos são inseridos nesses projetos as informações contidas na modelagem são repassadas para o banco de dados de maneira automática. Com isso, esses objetos podem ser modelados pelos próprios projetistas ou disponibilizados por fabricantes os quais dispõem esses objetos em bibliotecas virtuais agrupando-os em famílias de acordo com suas características (EASTMAN et al, 2014).

3.3 USO DA METODOLOGIA BIM NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NACIONAL

Segundo Rodrigues *et al.* 2017, a proposta apresentada pela metodologia BIM seria a criação de um ambiente colaborativo onde todos os integrantes do empreendimento tais como projetistas, proprietários, investidores, orçamentistas e construtores trabalhem em conjunto de forma que o máximo de informações sejam compartilhadas de forma transparente durante as etapas da concepção do empreendimento.

Partindo dessa premissa o Governo Federal através do Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que dispõe sobre a estratégia nacional de disseminação do *Building Information Modelling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*, deixa bem claro suas intenções de popularizar a plataforma BIM, tanto na esfera pública quando na esfera privada (BRASIL, 2019).

Isso pode ser visto no art. 2º do Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 visto a seguir:

Art. 2º A Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos:

- I - Difundir o BIM e os seus benefícios;
- II - Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - Estimular a capacitação em BIM;
- V - Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

E para garantir que os objetivos do Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 sejam alcançados foi criado por ordem desse mesmo decreto o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling* o qual é composto por representantes de todos os ministérios do atual governo (BRASIL, 2019).

As atribuições do Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*, estão presentes no art. 5 do Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 visto a seguir:

Art. 5º Compete ao Comitê Gestor da Estratégia BIM BR:

I - Definir e gerenciar as ações necessárias para o alcance dos objetivos da estratégia BIM BR;

II - Elaborar anualmente o seu plano de trabalho, que conterá cronograma e estabelecerá as ações prioritárias para o período;

III - Atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos órgãos e das entidades públicas que contratam e executam obras públicas sejam coerentes com a Estratégia BIM BR;

IV - Promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais relacionadas a BIM, com vistas à harmonização e à promoção de eficiência e sinergia entre as ações dos órgãos e das entidades públicas;

V - Acompanhar e avaliar periodicamente os resultados da Estratégia BIM BR e subsidiar as atividades de articulação e de monitoramento de programas de governo da Presidência da República, quando solicitado;

VI - Articular-se com instâncias similares de outros países e dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios; e

VII - Deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da Estratégia BIM BR.

Conforme Rodrigues *et al.* (2017), o BIM trás inúmeras vantagens na parte de orçamento, planejamento e projetos da construção. No entanto, esses benéficos só são alcançados à medida que essa tecnologia é implementada na estrutura de trabalho das empresas de construção.

Dessa forma, além da estratégia BIM BR o Governo Federal como um dos principais clientes do mercado da construção civil, espera que com seu potencial de investidor consiga incentivar as empresas do mercado de forma escalonada a aderir a cultura do BIM (ABDI, 2019).

De modo que o mesmo tem a expectativa, que com essas medidas se consiga, durante uma projeção de dez anos, aumentar em cerca de 28,9% (vinte oito virgula nove por cento) o PIB (Produto Interno Bruto) da construção civil, elevando assim a produtividade desse mercado em pelo menos 10% (dez por cento) além de redução dos custos em 9,7% por cento (ABDI, 2019).

3.4 NORMATIZAÇÃO DE PROJETOS

3.4.1 Projeto arquitetônico

Conforme a ABNT NBR 6492:1994 - Representação de projetos arquitetônicos o projeto arquitetônico é composto por representações gráficas de plantas baixas, plantas de locação, cortes, detalhamentos e discriminações técnicas. Além disso, a ABNT NBR 13532:1995 - Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura, define que o projeto arquitetônico de uma edificação tem o objetivo de transmitir, através de representações gráficas ou escritas os aspectos elaborados para os ambientes externos e internos de uma edificação. Dessa forma, esses aspectos devem seguir as exigências do código de obras do município em que o projeto será executado, para que assim a administração do município possa controlar e fiscalizar o espaço edificado e seu entorno (IBAM, 2020).

O código de obras do município de Fortaleza é estabelecido pela lei municipal N° 5530, de 17 de dezembro de 1981 e o art. 1° dessa lei define as disposições gerais dela.

Art. 1° - Esta Lei dispõe sobre a execução de obras públicas ou particulares, no Município de Fortaleza, sobre as medidas de polícia administrativa de competência do município. No que diz respeito à ordem pública, higiene, instalação e funcionamento de equipamentos e atividades, tendo em vista os seguintes objetivos:

I - Assegurar condições adequadas às atividades básicas do homem como habitação, circulação, recreação e trabalho.

II - Melhoria do meio ambiente, garantindo condições mínimas de conforto, higiene, segurança e bem-estar públicos, nas edificações ou quaisquer obras e instalações dentro do município.

Dessa maneira as diretrizes para o dimensionamento dos cômodos e das áreas de iluminação e ventilação das residências unifamiliares são expressas através do art. 235 da Lei municipal N° 5530, de 17 dezembro 1981:

Art. 235 - As dimensões e áreas mínimas dos compartimentos, assim como as condições, dimensões e áreas mínimas para os vãos destinados à iluminação, ventilação e insolação das residências unifamiliares, deverão obedecer às condições mínimas contidas na Tabela I, constante do Anexo I da presente Lei.

Com isso, a tabela mencionada pelo artigo art. 235 da Lei Municipal N° 5530, de 17 dezembro 1981 do município de Fortaleza, pode ser vista na figura 1.

Figura 1 – Dimensões e áreas mínimas para os vãos destinados à iluminação, ventilação das residências unifamiliares

RESIDÊNCIAS							
	CÍRCULO INSCRITO (m)	ÁREA MÍNIMA (m ²)	ILUMINAÇÃO MÍNIMA	VENTILAÇÃO MÍNIMA	PÉ DIREITO MÍNIMO (m)	PROFUNDIDADE MÁXIMA	OBSERVAÇÕES
VESTÍBULO	0,80	-	-	-	2,30	-	(1), (2)
SALA ESTAR	2,50	10,00	1/6	1/12	2,50	3 vezes o pé-direito	
SALA REFEIÇÕES	2,00	6,00	1/6	1/12	2,50		
COPA	1,80	5,00	1/6	1/12	2,50		-1
1º e 2º QUARTOS	2,00	8,00	1/6	1/12	2,50		
DEMAIS QUARTOS	2,00	5,00	1/6	1/12	2,50		
BANHEIROS	1,00	1,50	1/8	1/16	2,20		(1), (2), (3)
LAVANDERIA	1,50	2,50	1/8	1/16	2,20		(1), (2)
DEPÓSITO	1,00	1,50	-	-	2,10	-	(1), (2), (4)
GARAGEM	2,20	9,00	1/12	1/24	2,20	3 vezes o pé-direito	(7)
ABRIGO	2,00	-	-	-	2,20	3 vezes o pé-direito	
DESPENSA	1,00	1,50	1/8	1/16	2,50	3 vezes o pé-direito	
CORREDOR	0,80	-	-	-	2,30	-	(1), (2), (5) e (6)
ESCRITÓRIO	2,00	6,00	1/6	1/12	2,50	3 vezes o pé-direito	
ESCADA	0,80	-	-	-	2,00	-	

Fonte: FORTALEZA (1981).

3.4.2 Projeto de água fria

A instalação predial de água fria compreende um conjunto de tubulação, reservatórios, acessórios, sistemas de recalque dentre outros, e tem como objetivo fornecer água em qualidade e quantidade suficientes nos pontos de utilização de uma edificação. O projeto de instalações de água fria é a representação gráfica desses elementos, devendo constar na apresentação do projeto os seguintes elementos: planta baixa com a distribuição das colunas, ramais e sub-ramais de distribuição, esquemas isométricos, esquema vertical e detalhamentos, além desses, a memória de cálculo (CREDER, 2006).

O dimensionamento das instalações prediais de água fria é regido pela ABNT NBR 5626:1998 - Instalação Predial de água fria. De acordo com essa norma, o pré-dimensionamento do diâmetro das tubulações é feito a partir do somatório dos pesos relativos atribuídos a cada aparelho sanitário. Ainda de acordo com a norma, esses pesos foram

estabelecidos de maneira empírica a partir de um estudo do consumo de água que esses aparelhos demandavam.

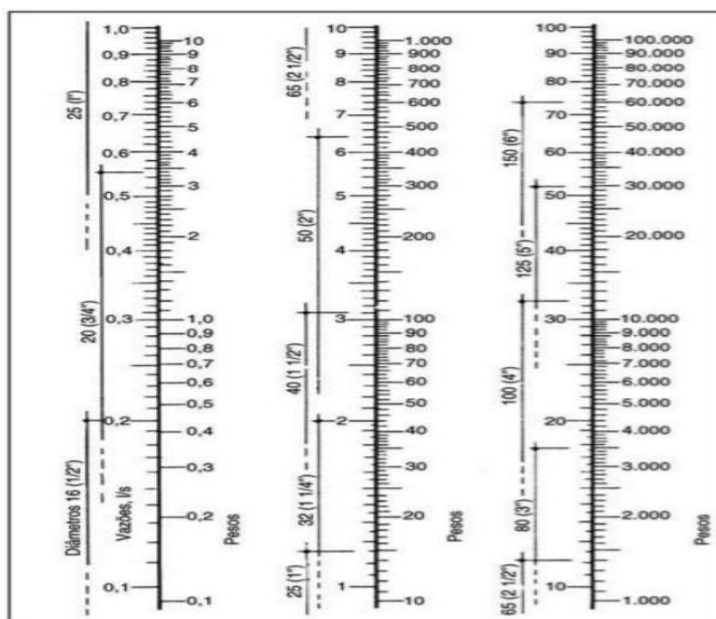
Os pesos relativos dos aparelhos sanitários mencionados anteriormente podem ser encontrados na tabela 01.

Tabela 1 – Pesos relativos dos aparelhos sanitários

APARELHOS SANITÁRIOS		PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (l/s)	PESO RELATIVO
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,30
		Válvula de descarga	1,70	32,00
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,00
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,10
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,10
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,40
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,00
Lavatório		Torneira ou mist. (água fria)	0,15	0,30
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,80
Mictório cerâmico	Sem sifão integrado	Cx descarga, reg pressão ou válv. de desc. p/ mictório	0,15	0,30
Mictório tipo calha		Cx desc. ou reg. pressão	0,15/ml	0,30
Pia		Torneira ou mist. (água fria)	0,25	0,70
Pia		Torneira elétrica	0,10	0,10
Tanque		Torneira	0,25	0,70
Torneira de jardim ou lav. em geral		Torneira	0,20	0,40

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998

De acordo com Creder (2006), é possível estimar os diâmetros dos ramais e colunas de distribuição de água fria a partir dos pesos relativos, com isso ele elaborou um ábaco relacionando os pesos relativos com os diâmetros das tubulações de água fria existentes no mercado. Esse ábaco poder ser visto na figura 2.

Figura 2 - Ábaco para dimensionamento de tubulações de água fria**Fonte:** CREDER, (2006)

Conforme consta na ABNT NBR 5626:1998 - Instalação Predial, os sub-ramais têm seus diâmetros mínimos estabelecidos de acordo com as peças de utilização. Dessa forma a tabela 02 relaciona as peças de utilização com os diâmetros mínimos para os seus sub-ramais.

Tabela 2 – Diâmetros mínimos dos sub-ramais para as peças de utilização

PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	Diâmetro(p ol.)	Diâmetro (mm)
Aquecedor de alta pressão	1/2	20
Aquecedor de baixa pressão	3/4	25
Bacia sanitária com cx de descarga	1/2	20
Bacia sanitária com válvula de 1 1/4"	1 1/4	40
Bacia sanitária com válvula de 1 1/2"	1 1/2	50
Banheira	3/4	25
Bebedouro	1/2	20
Bidê/Ducha	1/2	20
Chuveiro	1/2	20
Filtro de pressão	1/2	20
Lavatório	1/2	20
Máquina de lavar pratos	3/4	25
Máquina de lavar roupas	3/4	25
Mictório de descarga contínua por metro	1/2	20
Pia de cozinha	1/2	20
Tanque lavar roupa	3/4	25

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998

A norma também estabelece que a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto indicada e o bom funcionamento das peças de utilização. Para isso, a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial (1981, p.12) estabelece valores mínimos e máximos indicados a seguir:

Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 KPa, com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que esse valor, até um mínimo de 5KPa, e do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 KPa.

Em qualquer ponto de rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas (com escoamento) não deve ser inferior a 5 KPa.

Em condições estáticas (Sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da predial de distribuição não deve ser superior a 400 KPa.

A pressão em determinado ponto é definido pela diferença de nível entre o meio do reservatório e esse ponto, subtraído da perda de carga total entre esses dois pontos (CREDER, 2006).

$$\begin{aligned} \textit{Perda de carga Total} & \qquad \qquad \qquad (1) \\ &= \textit{Diferença de cota}_{\textit{Ponto de pressão e reservatório}} \\ &\quad - (\textit{Perda total de carga Total}) \end{aligned}$$

Já a perda de carga total é o somatório da perda de carga por atrito e as perdas localizadas, sendo adotado para as perdas localizadas o método dos comprimentos equivalentes. De acordo com a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação Predial a perda de carga unitária pode ser calculada pela equação (2):

$$\begin{aligned} \textit{Perda de carga Total} &= \textit{Comprimento da tubulação} + & (2) \\ &\quad \textit{Comprimento equivalente da conexão} \end{aligned}$$

A Tabela 3, presente na ABNT NBR 5626:1998 - Instalação Predial mostra os valores dos comprimentos equivalentes para cada tipo de conexão de acordo com o seu diâmetro.

Tabela 3 - Perdas de cargas equivalentes das conexões

Diâmetro	Cotovelo 90° Raio longo	Cotovelo 90° Raio médio	Cotovelo 90° Raio curto	Cotovelo 45°	Curva 90° R/D = 1 1/2	Curva 90° R/D = 1	Curva 45°	Entrada normal	Entrada de borda	Registro de gaveta aberto	Registro de globo aberto	Registro de ângulo aberto	Tê de passagem direta	Tê de saída de lado	Tê de saída bilateral	Válvula de pé e crivo	Saída de canalização	Válvula de tipo leve	Retenção de tipo pesado
D																			
Mm/pol																			
13 1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19 3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25 1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32 1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38 1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,8	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50 2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63 2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75 3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100 4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125 5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150 6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200 8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250 10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300 12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350 14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998

3.4.3 PROJETO DE ESGOTO

A instalação predial de esgoto compreende um conjunto de tubulação, aparelhos sanitários, ramais de descarga, esgoto e ventilação, tubos de queda, acessórios de inspeção entre outros, e tem como objetivo transportar através de tubulações o esgoto produzido na edificação para um local correto, sendo este a rede pública de esgoto do município ou na ausência desta destinar o esgoto para a fossa séptica e sumidouro da edificação, assegurando assim a salubridade e higiene da edificação (CREDER, 2006)

De acordo com a ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, o dimensionamento dos ramais e sub-ramais de esgoto, é baseado no número de Unidades Hunters de contribuição dos aparelhos sanitários. Com isso, a norma em questão apresenta através da tabela 4 a relação existente entre os aparelhos sanitários e o número de unidades Hunters respectivo de cada aparelho. A tabela em questão também define o diâmetro mínimo dos ramais de descarga.

Tabela 4 - Número de Unidades Hunters e Diâmetro Nominal mínimo do ramal de descarga para os aparelhos sanitários.

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

Dessa forma, conforme consta a ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, o dimensionamento dos ramais de esgoto é feito com base na tabela 05, pois ela relaciona os diâmetros designados para os ramais de esgoto conforme o número de Unidades Hunters de Contribuição respectivo.

Tabela 5 - Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição <i>UHC</i>
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

Ainda segundo a norma ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário, a tabela 6 é atribuída ao dimensionamento dos tubos de queda, pois ela relaciona os valores dos diâmetros adequados a esses tubos com as suas respectivas Unidades Hunters de Comprimento.

Tabela 6 – Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

O dimensionamento dos ramais de ventilação é feito de acordo com a tabela 7, o dimensionamento das colunas de ventilação é feito de acordo com a tabela 8 e o dimensionamento dos coletores e dos subcoletores prediais é feito de acordo com a tabela 9. O procedimento de dimensionamento acaba sendo o mesmo bastado relacionar o número de unidades com o diâmetro correspondente.

Tabela 7 – Dimensionamento de Ramais de Ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

Tabela 8 – Dimensionamento de Colunas e Barriletes de Ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto <i>DN</i>	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido m							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1 100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2 000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2 900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1 800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3 400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5 600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7 600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4 000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7 200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11 000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15 000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7 300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13 000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20 000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26 000	-	-	-	-	5	22	70	152

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

Tabela 9 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999

4. METODOLOGIA

4.1 MÉTODO DA PESQUISA

O método utilizado nessa pesquisa foi o teórico-conceitual de caráter exploratório e descritivo da importância da compatibilização de projetos para o mercado da construção civil e da utilização da metodologia BIM como grande facilitador desse processo. Com isso, o período de desenvolvimento da pesquisa se deu entre os dias dezesseis de setembro do ano de dois mil e dezenove a vinte e cinco de janeiro do ano de dois mil e vinte, sendo primeiramente realizado a revisão bibliográfica para melhor embasamento da pesquisa. Com isso a parte prática da pesquisa se deu com a elaboração dos projetos arquitetônico, do pré-dimensionamento do projeto de formas estruturais e elaboração do projeto hidrossanitário no software Autodesk Revit®, que é uma das ferramentas BIM mais utilizadas no mercado nacional, sendo a compatibilização desses projetos realizada nesse mesmo software.

4.2 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS.

A primeira etapa consistiu na definição do tipo de obra para elaboração do projeto arquitetônico. Tendo sido escolhido uma obra habitacional de médio porte que atendesse os padrões estabelecidos pelo código de obras da cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará. O passo seguinte foi a materialização do projeto arquitetônico, utilizando o software Autodesk Revit® versão 2018 e as especificações contidas na norma ABNT NBR 6492:1994 - Representação de projetos de arquitetura.

Após concluído o projeto arquitetônico, o passo seguinte foi a elaboração do pré-dimensionamento das formas estruturais para que se possa checar a existência de possíveis incompatibilidades destas com os elementos dos outros projetos. O pré-dimensionamento das formas estruturais foi elaborado utilizando o software Autodesk Revit®, que foi usado para feitoria de todo o desenho técnico, e pelo software Cype Cad® que foi empregado para a averiguação dos parâmetros exigidos pela norma ABNT NBR 6118:2014 - Projetos de estrutura de concreto.

O projeto hidrossanitário foi elaborado utilizando o software Autodesk Revit®, pois ele permite a criação de interações entre projetos que foram criados nessa plataforma. Esse

recurso foi empregado, para que o projeto hidrossanitário pudesse ser elaborado com base nas informações provenientes dos projetos arquitetônico, e do pré-dimensionamento das fôrmas estruturais. Os projetos de instalações hidrossanitários foram elaborados de acordo com a NBR 5626:1998 - Instalações prediais de água fria e a ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário.

Para o projeto de instalações de água fria, primeiramente foi feita a distribuição das tubulações (colunas, ramais e sub-ramais) e posteriormente, foi feito o pré-dimensionamento de seus diâmetros. A etapa seguinte foi a verificação de pressão na peça sanitária mais desfavorável, ou seja, a peça sujeita a menor pressão disponível. Essa verificação se fez comparando a pressão no ponto com a pressão mínima exigida pela ABNT NBR 5626:1998 - Instalações prediais de água fria.

Para o projeto de esgoto sanitário, primeiramente foi feita a distribuição dos ramais de descarga e esgoto, tubos de queda, ramais de ventilação e tubos de ventilação, assim como, a locação das caixas de inspeção e gordura. Depois de feita a distribuição, foi realizado o dimensionamento desses elementos de acordo com a ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário.

Durante o processo de elaboração dos projetos, algumas normas deram a sugestão do passo a passo de cálculo de dimensionamento de alguns componentes dos projetos, dessa forma para que os cálculos pudessem ser realizados de forma prática foram elaboradas planilhas de cálculos criadas no software Microsoft Excel® onde a formatação dessas planilhas assim como as equações de cálculos foram elaboradas seguindo as orientações das normas de projetos referenciadas anteriormente.

A compatibilização dos projetos se deu através do Autodesk Revit®, com ele foi possível criar vínculos entre os projetos, e por meio desses vínculos foi possível criar vistas dinâmicas onde os elementos dos projetos se interagem revelando dessa forma alguma possível incompatibilidade.

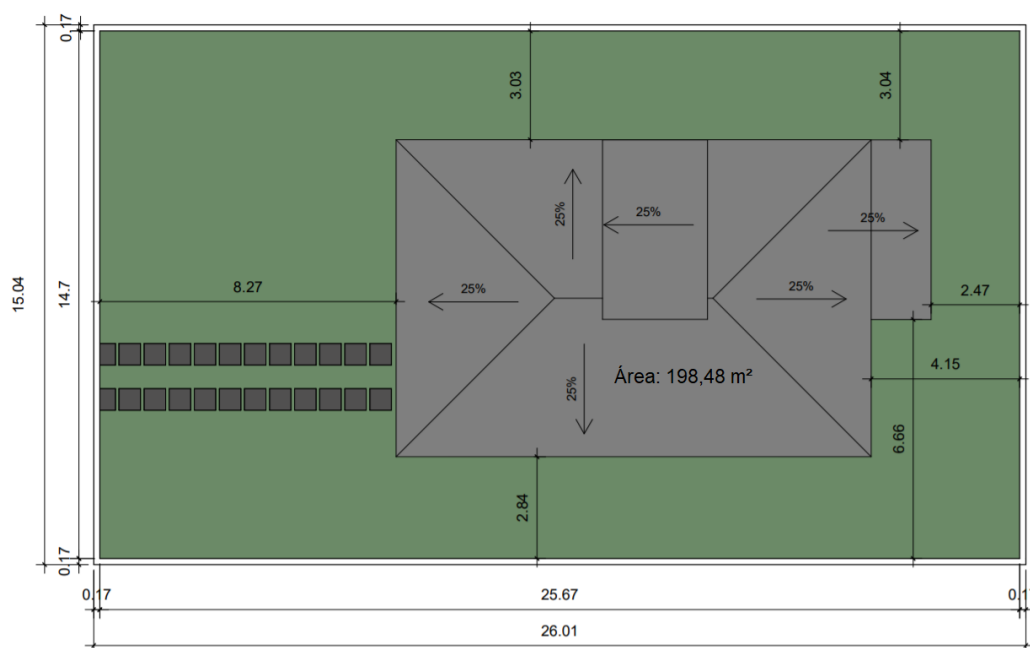
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para o projeto arquitetônico se buscou elaborar uma casa de médio padrão que obedecesse aos critérios de dimensionamento, de segurança e conforto estabelecidos pela Lei municipal N° 5530, de 17 dezembro 1981 que dispõe sobre o código de obras e posturas do município de Fortaleza e das outras providências. Além disso, foi utilizado a ABNT NBR 6492:1994 - Representação de projetos de arquitetura, para nortear o desenho técnico feito no software Autodesk Revit®. O projeto arquitetônico de forma interina pode ser visualizado no apêndice deste trabalho.

Com isso, a residência consiste em dois pavimentos tendo uma área total de 198,48 metros quadrados e foi projetada para ser construída em um terreno murado e aplainado de 15,04 por 26,01 metros. Também foi deixado um espaço de 8,27 metros entre a fachada da casa e o muro para que assim possa caber um veículo de até 5,315 metros de comprimento com uma folga de 1,48 metros de cada lado para transição. A figura 3 detalha as dimensões descritas nesse parágrafo.

Com relação as dimensões dos cômodos e das áreas de iluminação e ventilação a tabela 10 e a tabela 11 apresentam as dimensões do projeto arquitetônico e compara com as dimensões mínimas exigidas pela Lei municipal N° 5530, de 17 dezembro 1981 que dispõe sobre o código de obras e posturas do município de Fortaleza e das outras providências, presentes na figura 01.

Figura 3 – Locação**Fonte:** Autoria Própria, 2019**Tabela 10** - Relação entre as dimensões mínimas exigidas pelo código de obras do município de Fortaleza e as dimensões aplicadas no projeto

Compartimento	Círculo Inscrito (m)		Área Compartimento (m²)		Pé Direito (m)	
	EXIG	A.PROJ	EXIG	A.PROJ	EXIG	A.PROJ
Sala de Estar	2,5	3,6	10	26,9	2,5	2,6
Copa	1,8	4,4	5	32,9	2,5	2,6
1º Quarto	2	3,6	8	15,8	2,5	2,7
2º Quarto	2	3,6	8	16,1	2,5	2,7
Demais Quartos	2	3,6	5	13,0	2,5	2,7
Banheiro Térreo	1	1,6	1,5	5	2,2	2,6
Banheiro Quarto 01	1	1,6	1,5	5,9	2,2	2,7
Banheiro Quarto 02	1	1,6	1,5	5,9	2,2	2,7
Lavanderia	1,5	1,5	2,5	4,5	2,2	2,7
Corredor térreo	0,8	3,6	-	21,92	2,3	2,6
Corredor 1º andar	0,8	1,8	-	19,6	2,3	2,7
Escada	0,8	0,8	-	-	2	2,6

COEF – Coeficiente EXIG – Mínimo exigido A.PROJ – Aplicado no projeto

Fonte: Adaptado de FORTALEZA (1981)

A área mínima de iluminação de um cômodo é obtida através da multiplicação da área desse cômodo com o coeficiente de iluminação atribuído pela figura 1, da mesma forma a área mínima de ventilação de um cômodo é obtida através da multiplicação da área desse cômodo com o coeficiente de ventilação atribuído pela figura 1. Dessa maneira a tabela 11 compara as áreas mínimas de ventilação e iluminação, com as áreas de iluminação e ventilação definidas no projeto arquitetônico.

Tabela 11 - Relação entre os critérios de iluminação e ventilação exigidos pelo código de obras do município de Fortaleza e as dimensões aplicadas no projeto

Compartimento	Área Piso (m²)	Iluminação (m²)			Ventilação (m²)		
		COEF.	EXIG	A.PROJ	COEF.	EXIG	A.PROJ
Sala de Estar	26,9	1/6	4,5	4,7	1/12	2,2	2,34
Copa	32,9	1/6	5,5	5,6	1/12	2,7	2,78
1° Quarto	14,7	1/6	2,5	2,5	1/12	1,2	2,5
2° Quarto	14,7	1/6	2,5	2,5	1/12	1,2	2,5
Demais Quartos	13,2	1/6	2,2	2,6	1/12	1,1	1,3
Banheiro térreo	5,9	1/8	0,8	1,2	1/16	0,4	1,2
Banheiro Quarto 01	7,3	1/8	1,0	1,2	1/16	0,5	1,2
Banheiro Quarto 02	7,3	1/8	1,0	1,2	1/16	0,5	1,2
Lavanderia	5,5	1/8	0,7	2,3	1/16	0,3	0,6

COEF – Coeficiente EXIG – Área mínima exigida A.PROJ – Área Aplicada no Projeto

Fonte: Adaptado de FORTALEZA (1981)

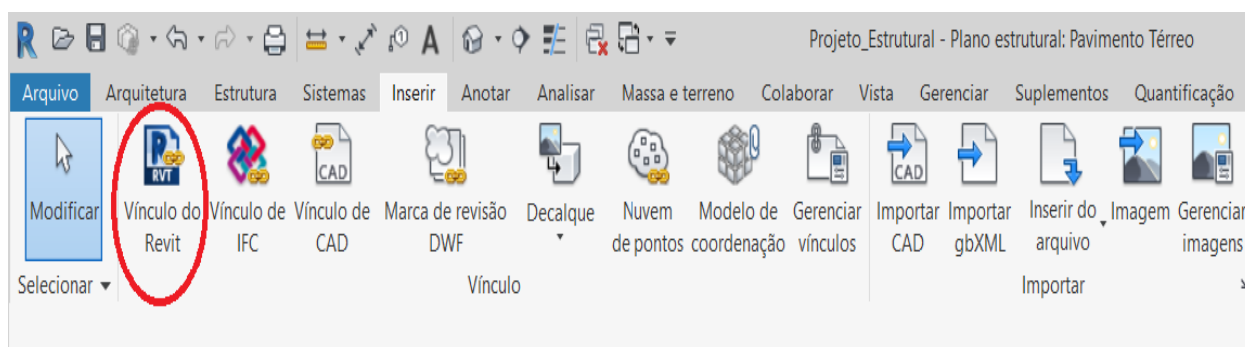
5.2 ELABORAÇÃO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS FÔRMAS ESTRUTURAIS

Para a elaboração do pré-dimensionamento das fôrmas estruturais foi seguido os critérios presentes na norma ABNT NBR 6118:2014 - Projetos de estrutura de concreto. E para checagem de possíveis erros de dimensionamento, foi utilizado o software Cype Cad®, que é voltado para o dimensionamento de estruturas.

A elaboração do pré-dimensionamento das fôrmas estruturais deu-se da seguinte maneira: em um novo arquivo do Autodesk Revit® foi aberto um template nativo do próprio software que contava com uma biblioteca de famílias especializadas no desenho de estruturas. Em seguida foi utilizado o comando “Vínculo do Revit®”, que se encontra na aba de menu

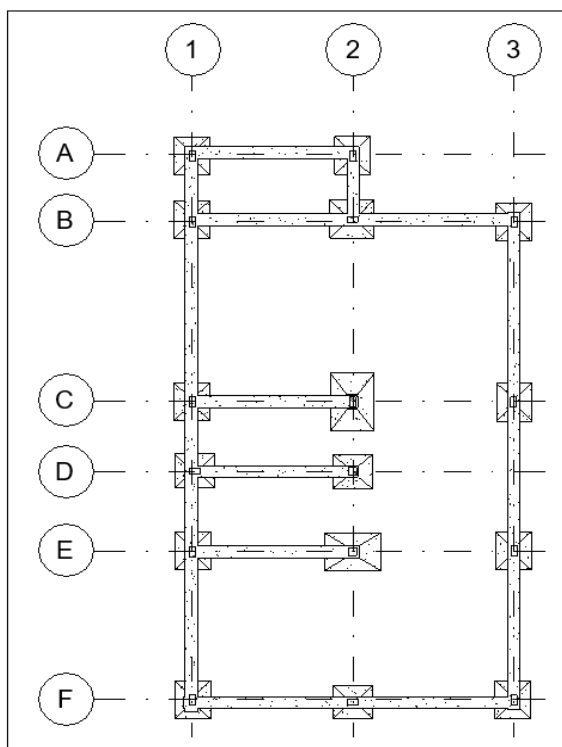
inserir, e permite criar uma conexão do projeto que está sendo elaborado com outros projetos já criados no Autodesk Revit®. Com isso, o comando em questão foi utilizado para vincular o projeto arquitetônico ao projeto de pré-dimensionamento de fôrmas estruturais que estava sendo elaborado. A figura 4 mostra a localização deste comando na interface do Autodesk Revit®.

Figura 4 - Localização do comando “Vínculo do Revit” na interface do software Autodesk Revit®.



Fonte: Autoria Própria, 2019

A conexão criada com o projeto arquitetônico possibilitou a visualização das plantas, cortes e vistas em 3D deste projeto, no projeto de pré-dimensionamento de fôrmas estruturais incluindo também a visualização de futuras modificações feitas no projeto arquitetônico. Com a visualização das plantas baixas foi possível desenhar linhas marcando os eixos que se formavam quando havia um encontro de paredes, como é mostrado na figura 5.

Figura 5 - Marcação dos eixos em planta

Fonte: Autoria Própria, 2019

Com a marcação dos eixos, foi realizada a locação dos pilares, os quais possuem forma retangular com dimensões de quatorze por vinte e seis centímetros, que segundo a norma ABNT NBR 6118:2014 - Projetos de estrutura de concreto, é a menor dimensão para um pilar estrutural de concreto armado visto que, segundo ela a área de um pilar estrutural de concreto armado não pode ser menor que trezentos e sessenta centímetros quadrados e que para casos especiais pilares com a menor dimensão entre dezenove a quatorze centímetros são permitidos contando que um coeficiente de majoração de carga seja aplicado as cargas impostas aos pilares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014).

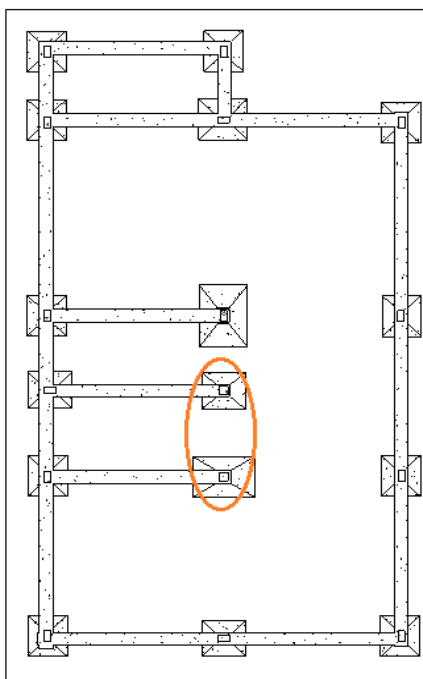
Com as dimensões dos pilares estabelecidas, foi escolhido vigas com dimensões de base de quatorze centímetros para se alinharem aos pilares e altura com estimativa inicial de quarenta centímetros. As lajes escolhidas para a casa foi a de tipo maciça de concreto com 12 centímetros de espessura.

Por fins estéticos foi optado por utilizar tijolos com quatorze centímetros de espessura nas alvenarias para evitar o aparecimento de rebarbas provenientes dos pilares em áreas mais nobres da casa.

Após isso, o projeto criado no Autodesk Revit® foi convertido para o formato IFC através do comando “Exportar” e depois aberto no Cype Cad® para verificação de algum problema referente às dimensões adotadas no projeto e para calcular as dimensões das sapatas e das vigas baldrame.

O software em questão detectou que dois pilares localizados na região central estavam recebendo muita carga, e para resolver esse problema decidiu-se aumentar a área desses pilares até o momento em que o software Cype Cad® não reportasse mais esse problema de área insuficiente. Com isso os pilares ficaram com as dimensões de vinte centímetros por vinte centímetros. Na figura 6 se encontra marcado com um círculo vermelho os pilares mencionados nesse parágrafo.

Figura 6 - Planta baixa do projeto de fôrmas estruturais com destaque nos pilares quadrados

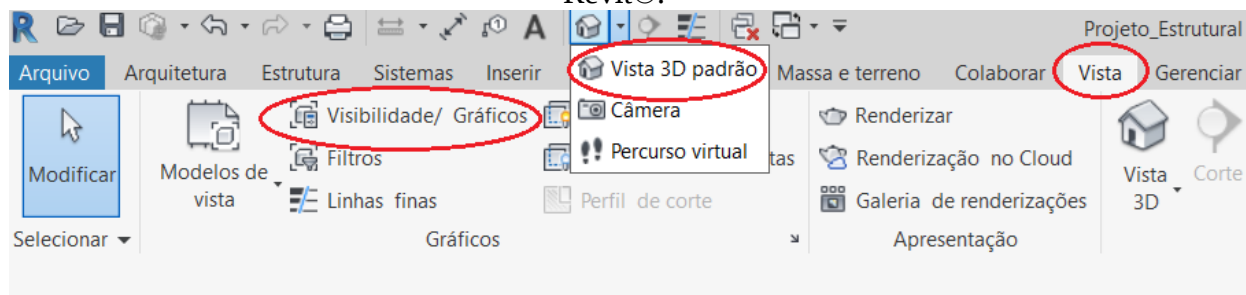


Fonte: Autoria Própria, 2019

Logo depois dos ajustes mencionados no parágrafo anterior, o arquivo do projeto de fôrmas estruturais foi novamente aberto no Autodesk Revit® para a análise de alguma possível incompatibilidade com o projeto arquitetônico.

A análise deu-se da seguinte maneira: através do comando “Vista 3D padrão” que pode ser ativado clicando no ícone com formato de uma casa, que fica na parte superior da interface do Autodesk Revit®, como é mostrado na figura 7, é possível abrir uma vista 3D do projeto que está sendo elaborado.

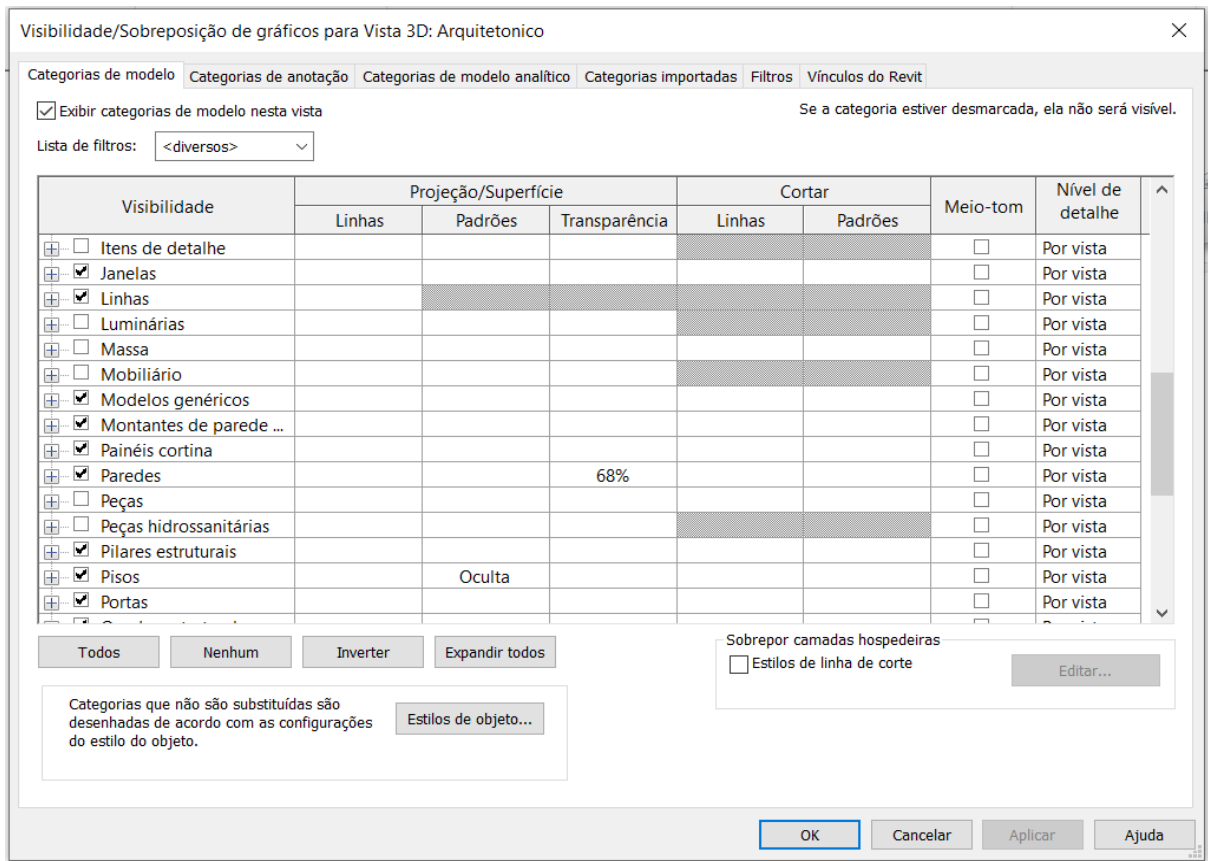
Figura 7 - Localização do comando “Vista 3D padrão” na interface do software Autodesk Revit®.



Fonte: Autoria Própria, 2019

Como o projeto arquitetônico está conectado com o projeto de formas estruturais, os elementos do projeto arquitetônico também podem aparecer na vista 3D, por meio do comando “Visibilidade/Gráficos”, localizado no menu vista também mostrado na figura 06. Esse comando permite configurar a visibilidade de elementos de projetos, bastando apenas esses elementos fazerem parte do projeto que está sendo elaborado ou fazerem parte de outros projetos conectados ao projeto que está sendo elaborado. A figura 8 mostra um exemplo de configuração de visibilidades de elementos por intermédio do comando “Visibilidade/Gráficos”.

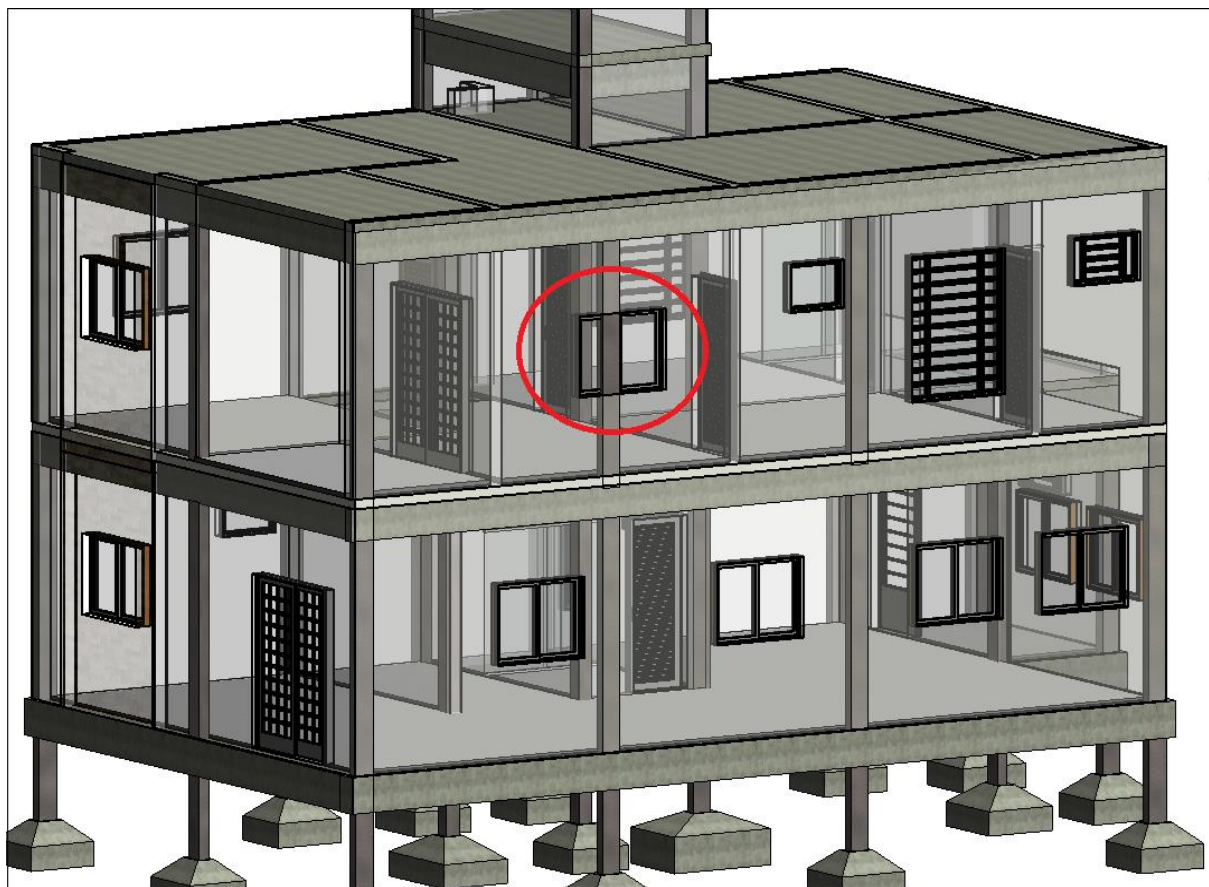
Figura 8 - Utilização do comando “Visibilidade/Gráficos” para configurar a reprodução de elementos na vista 3D.



Fonte: Autoria Própria, 2019

Por meio da vista 3D que apresentava elementos tanto do projeto de formas estruturais quando do projeto arquitetônico, foi possível detectar que, uma das janelas estava transpassando um pilar, devido a isso ocorreu uma nova análise no projeto arquitetônico para realocar a janela e assim resolver esse pequeno erro de compatibilidade. A figura 9, mostra a janela mencionada transpassando o pilar.

Figura 9 - Janela transpassando pilar estrutural



Fonte: Autoria Própria, 2019

5.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Para elaboração do projeto hidrossanitário, que é composto pelo projeto de instalações de água fria e pelo projeto de esgoto sanitário, foi seguido os parâmetros presentes nas normas, ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução e ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria, e os cálculos necessários foram realizados em planilhas do Excel, e serão explanados a seguir.

5.3.1 Projeto de instalações de água fria

Com relação aos cálculos de dimensionamento do reservatório, a área de irrigação do jardim foi desconsiderada devido a forma de abastecimento ter sido adotado como tipo mista, ou seja, as torneiras do jardim serão alimentadas diretamente da rede do alimentador predial. Desse modo foi considerado para o cálculo um fluxo de quatro pessoas por dia com um

consumo de duzentos e cinquenta litros por pessoa, resultando em um o consumo diário total de mil Litros ou um metro cúbico de água, sendo este o volume do reservatório, pois foi considerado que o sistema de abastecimento de água seja regular, não sendo necessário reserva para segurança, além disso a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria exige que o reservatório seja dimensionado para abrigar no mínimo o volume de água necessário para o consumo de um dia normal.

Para o cálculo do diâmetro do alimentador predial, foi utilizada a equação (3), onde o consumo diário é em metros cúbicos de água, a velocidade em metros por segundo e o diâmetro em metros:

$$Diâmetro = \sqrt{\frac{4 * consumo\ diario}{\pi * 86400 * velocidade_{tubulação}}} \quad (3)$$

Como é estabelecido pela norma ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria, a velocidade da água que percorre o ramal de alimentação fica entre 0,6 m/s e 1,0 m/s, para o cálculo a velocidade escolhida foi a de 1 m/s, logo a dimensão encontrada em metros foi de 0,00383 metros ou 3,8 milímetros. Como o diâmetro mínimo da saída do hidrômetro é de 20 milímetros, o alimentador predial ficará com essa dimensão.

Com relação ao tubo extravasor e o tubo de limpeza da caixa d'água eles foram dimensionados seguindo a recomendação da ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria, que é de adotar no mínimo um diâmetro acima do diâmetro do alimentador predial, logo estes ficaram com o diâmetro de 25 milímetros.

Para o dimensionamento da coluna de distribuição foi realizado em um primeiro momento o somatório dos pesos relativos dos aparelhos sanitários. Os valores dos pesos relativos de cada aparelho sanitário foram retirados da tabela 1, e o resultado desse somatório pode ser visualizado na tabela 12.

Tabela 12 - Somatório dos Pesos Relativos

	Banheiro Térreo	Banheiros 1º andar	Lavanderia	Cozinha
Bacia Sanitária	0,3	0,3	0	0
Chuveiro	0,4	0,4	0	0
Ducha Higiênica	0,4	0,4	0	0
Lavatório	0,3	0,3	0	0
Máquina de lavar roupas	0	0	1	0
Tanque	0	0	0,7	0
Pia	0	0	0	0,7
Total:	1,4	2,8	1,7	0,7
Total Geral:	6,6			

Fonte: Autoria própria, 2019

Com a soma dos pesos dando um total de 6,6, foi usado o ábaco presente na figura 2 para determinar o diâmetro da coluna de distribuição, que ficou com o valor de 32 milímetros. Por fins de execução, foi escolhido deixar os ramais também com o diâmetro de 32 mm. Os sub-ramais dos banheiros e da cozinha ficaram com o diâmetro de 20 milímetros pois segundo a tabela 2 as peças de utilização presentes nesses cômodos tem esse diâmetro como o diâmetro mínimo para o seu sub-ramal, já os sub-ramais da lavanderia ficaram com o diâmetro de 25 milímetros pois conforme a tabela 2, as peças de utilização presentes nesse cômodo tem esse diâmetro como o diâmetro mínimo para o seu sub-ramal

Com isso, o passo seguinte foi calcular a pressão dinâmica e a velocidade do ponto de utilização menos favorável do sistema de água fria, que no caso é o chuveiro do segundo banheiro do primeiro andar, devido ao fato deste ponto ter a menor diferença de cota com o reservatório e também ser o ponto mais distante da coluna de alimentação ocasionando uma maior perda de carga. Também foi calculado a pressão e a velocidade do ponto mais favorável do sistema de água fria, que é a bacia sanitária do banheiro do andar térreo, devido ao fato deste ponto ter a maior diferença de cota com o reservatório e também ser o ponto mais próximo da coluna de alimentação ocasionando uma menor perda de carga.

A ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial, descreve todo o passo a passo, para os cálculos das pressões e velocidades que devem ser adotados além de recomendar que esses cálculos sejam realizados através uma planilha, dessa forma as planilhas utilizadas juntamente

com as vistas isométricas que auxiliaram nos cálculos se encontram no apêndice deste trabalho, e as equações utilizadas serão descritas a seguir.

Conforme descrito na ABNT NBR 5626: 1998 - Instalação predial, e visualizado na equação (4) a pressão dinâmica de um ponto é igual a pressão dinâmica do ponto anterior somado com o desnível entre esses pontos menos a perda de carga.

$$Pressão_{jusante} = Pressão_{montante} + desnível - perda\ de\ carga \quad (4)$$

Onde o desnível é a diferença de cota entre os pontos analisados e a perda de carga é dada pela multiplicação da perda de carga unitária com o somatório do comprimento real da tubulação com o comprimento equivalente que são as perdas de cargas provindas das conexões dos tubos, cujos valores foram retirados da tabela 03.

A perda de carga unitária foi calculada pela equação (5). Segundo a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial essa equação é utilizada para o cálculo de tubos lisos que é o caso dos tubos de plástico usados no sistema de água fria da residência. A perda de carga unitária é dada em quilopascals por metro, a vazão em litros por segundo e o diâmetro em milímetros.

$$Perda\ de\ carga\ unitario = (8,69 * 10^6 * (Vazão)^{1,75} * (diâmetro\ tubo)^{-4,75}) \quad (5)$$

A vazão utilizada na equação (5) e equação (7) foi calculada utilizando a equação (6), que também é indicada pela norma ABNT NBR 5626:1998 - Instalação Predial, onde os valores dos pesos relativos das conexões de cada trecho foram retirados também da tabela 02.

$$Vazão = (Somatório\ de\ pesos\ relativos)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Para o cálculo das velocidades a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial, recomenda utilizar a equação (7), onde a velocidade é dada em metros por segundo, a vazão em litros por segundo e o diâmetro da tubulação em milímetros.

$$Velocidade = 4 * 10^3 * vazão * \pi^{-1} * (diâmetro)^{-2} \quad (7)$$

Conforme pode se observar nas planilhas presentes no apêndice desse trabalho, o ponto menos favorável ficou 16,32 Kpa de pressão e o ponto mais favorável ficou com 59,81

quilopascals dessa forma, nenhuma pressão dinâmica deu abaixo da mínima exigida pela norma a ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial, que é de dez quilopascals. Com relação as velocidades, a velocidade máxima do ponto menos favorável foi de 1,39 metros por segundo e a velocidade máxima do ponto mais favorável foi de 0,84 metros por segundo dessa maneira nenhuma velocidade deu acima da máxima permitida que seria a de 3 metros por segundo, atendendo assim as principais exigências da norma.

5.3.2 Projeto de instalações de esgoto sanitário

Segundo a tabela 4 os ramais de descargas dos vasos sanitários terão o diâmetro de 100 milímetros, e serão ligados diretamente as caixas de inspeção, os lavatórios e ralos de chuveiros terão diâmetro de 40 milímetros e serão ligadas as suas respectivas caixas sifonadas. Já a pia da cozinha terá o diâmetro do ramal de descarga de 50 milímetros e será ligada diretamente a caixa de gordura. O tanque de lavar roupas terá o ramal de descarga de 40 milímetros e a máquina de lavar roupas terá o diâmetro de ramal de 50 milímetros, ambos os ramais serão conectados a caixa sifonada que fica na área de serviço da residência.

A caixa sifonada de cada banheiro têm o equivalente a três Unidades Hunters, provindos das colaborações do ralo do chuveiro e do lavatório, com isso segundo a tabela 5 o diâmetro dos ramais de saída dessas caixas sifonadas é de 40 milímetros, contudo como só existe no mercado caixas sifonadas com o diâmetro mínimo de 50 milímetros foi adotado para esses ramais essa medida. Em relação ao ramal da caixa sifonada da área de serviço, a mesma ficou com 6 Unidades Hunters vindas da contribuição do tanque e da máquina de lavar roupas, com isso de acordo com a tabela 5 o diâmetro escolhido para a o ramal dessa caixa sifonada foi o de 50 milímetros. Conforme indicação da ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário, os ramais de descarga e esgoto devem ter a declividade mínima de dois por cento para os diâmetros iguais ou inferiores a 75 milímetros e a declividade mínima de um por cento para os diâmetros iguais ou superiores a 100 milímetros, com isso foi adotado para esses ramais as declividades mínimas.

O tubo que coleta o esgoto do primeiro pavimento para encaminhá-lo ao térreo, denominado Tubo de Queda (TQ-01) foi dimensionado de acordo com a tabela 6. Conforme a contribuição das unidades Hunters provida das caixas sifonadas e da bacia sanitária o tubo de queda ficaria com 18 Unidades Hunters, que segundo a tabela 6 daria o diâmetro de 75 milímetros, no entanto levando em consideração que o diâmetro do ramal da bacia de sanitária

é de 100 milímetros e que a norma ABNT NBR 5626:1998 - Instalação predial, não permite o decréscimo de diâmetros, o tubo de queda ficou com 100 milímetros.

Para o cálculo dos ramais de ventilação presentes nos banheiros da residência foi utilizado a tabela 7 dessa maneira, os ramais de ventilação de cada banheiro se encaixam no grupo de aparelhos com bacias sanitárias e cada ramal possui 9 Unidades Hunters provindos da caixa sifonada e da bacia sanitária, com isso de acordo com a tabela 7 o diâmetro para esses ramais será de 50 milímetros. Com relação ao dimensionamento das colunas de ventilação foi usado a tabela 8 a qual relaciona o diâmetro da coluna de ventilação com número de unidades Hunters, como cada banheiro possui uma coluna de ventilação própria, o número de unidades Hunters de cada coluna ficou sendo o mesmo do ramal de ventilação, com isso segundo a tabela 8 as colunas de ventilação ficariam com o diâmetro de 40 milímetros, no entanto como os ramais de ventilação ficaram com 50 milímetros foi decidido usar esse diâmetro para as colunas de ventilação. Estas por sua vez foram prolongadas até passarem no nível do telhado ficando a sua extremidade aberta a 30 centímetros de distância do mesmo conforme indicação da ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário.

No tocante as caixas de inspeção, conforme recomendação da ABNT NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário, foi adicionado uma caixa de inspeção onde ocorreu: desvios e mudanças de declividade nas tubulações de esgoto enterradas, com isso foi adotado para o projeto três caixas de inspeção, sendo que uma recebe diretamente os efluentes vindos dos ramais de esgoto do tanque e da máquina de lavar roupa e por sua vez repassa esses efluentes para a segunda caixa de inspeção que além desses efluentes recebe diretamente os efluentes vindos do tubo de queda e os efluentes vindos da caixa de gordura, essa segunda caixa de inspeção transfere os efluentes recebidos para a terceira caixa de inspeção que também recebe os efluentes do ramal de descarga e do ramal de esgoto da caixa sifonada do banheiro térreo e por fim todos esses efluentes seguem para o sistema público de coleta de esgoto.

Com relação ao material de construção dessas caixas foi decidido que diferentemente da caixa de gordura, elas seriam de alvenaria pois com isso elas apresentariam maior versatilidade de ângulos para receberem os ramais de esgoto. Dessa forma, para a confecção dessas caixas foram seguidas algumas considerações vistas a seguir. Uma delas foi a profundidade das caixas, já que a tubulação de esgoto do andar térreo tem que passar por

baixo das vigas baldrame foi decidido adotar a profundidade máxima permitida por norma para uma caixa de inspeção que é de um metro de profundidade, para que assim os canos de esgoto possam alcançar as caixas de inspeção de forma que ocorra um escoamento rápido e sem a formação de depósitos, além disso foi decidido construir caixas retangulares com dimensões de sessenta por 70 centímetros para facilitar a manutenção das mesmas. O detalhamento das caixas de inspeção se encontra no apêndice desse trabalho.

O dimensionamento dos subcoletores, que no caso do projeto são os tubos de esgoto que saem das caixas de inspeção, e do coletor predial, que fica entre a última caixa de inspeção e a rede de coleta de esgoto, foi realizado de acordo com a tabela 9 a qual relaciona o diâmetro desses tipos de tubulação com o número de Unidades Hunters correspondente. Conforme descrito na ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, para o cálculo dos subcoletores dos coletores prediais, deve ser considerado apenas o aparelho de maior descarga de cada banheiro para o somatório de unidades Hunters de contribuição e para os demais casos devem ser considerados todos os aparelhos constituintes para o cálculos do número de unidades Hunters. Dessa forma, cada banheiro do projeto contribuiu com 6 unidades Hunters vindas da bacia sanitária, logo os três banheiros contribuem com o total de 18 unidades Hunters, as pias da cozinha contribuem com o total de 2 unidades Hunters, a máquina de lavar roupas com 3 unidades Hunters e o tanque de lavar roupas também com 3 unidades Hunters totalizando 26 unidades Hunters, esse último número serviu para definir o diâmetro do coletor predial, que segundo a tabela 9 o mesmo ficou com o diâmetro de 100 milímetros. Como esse diâmetro é o diâmetro mínimo para os coletores prediais e os subcoletores, esses últimos também ficaram com o diâmetro de 100 milímetros. Com o diâmetro de 100 milímetros a inclinação dos subcoletores e do coletor predial ficou sendo a de um por cento devido conforme indicação da ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário mencionada nos parágrafos anteriores.

Em relação a fossa séptica e o sumidouro, eles não foram adicionados no projeto hidrossanitário devido a consideração de que o local em que a casa será construída tenha uma rede pública de esgoto, sendo obrigatório segundo o código de obras da cidade de Fortaleza, a conexão do sistema de esgoto da residência com a rede pública de coleta de esgoto.

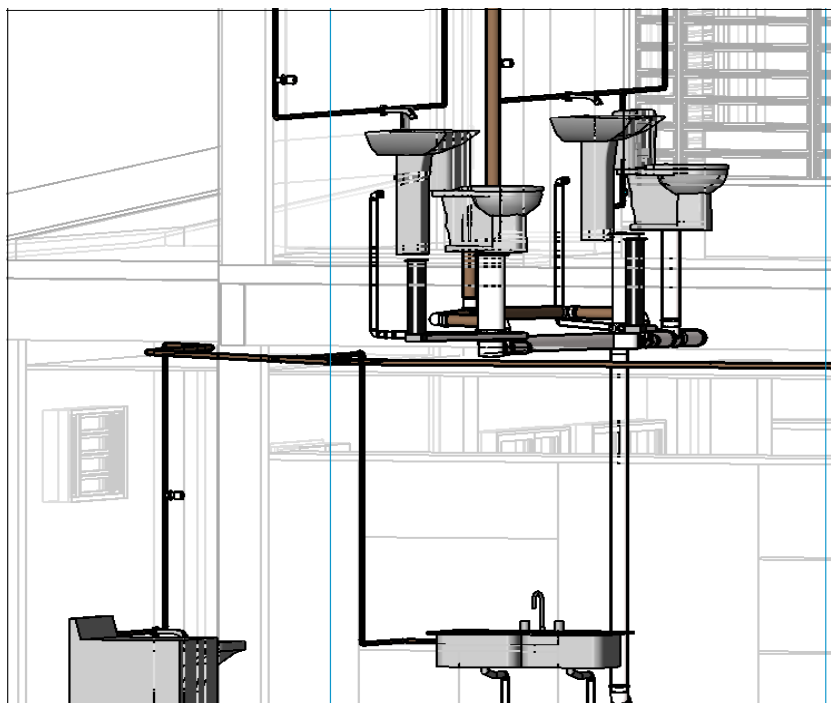
5.3.3 Compatibilização do projetos hidrossanitário

O desenho técnico do projeto hidrossanitário assim como a compatibilização dele foi realizada no Autodesk Revit®. Através do comando “Vínculo do Revit” que foi explanado no tópico referente a elaboração do pré-dimensionamento das fôrmas estruturais, dessa forma foi inserido no projeto hidrossanitário vínculos com os projetos arquitetônico e de fôrmas estruturais, para que com isso se possa ter uma interação completa entre estes projetos.

Através do comando “Vista 3D padrão” e do comando “Visibilidade/Gráficos” foi criado uma vista em 3D na qual continha todos os elementos dos projetos arquitetônico e de formas estruturais, essa vista se mostrou bastante útil para a elaboração do projeto hidrossanitário, uma vez que por meio desta foi possível fazer ajustes de cotas e de inclinações nas tubulações, para que com isso elas não atravessassem as vigas e pilares da estrutura, e no caso das tubulações de esgoto, não ficassem sobre as tubulações de água fria evitando assim a possibilidade de que algum possível vazamento na tubulação de esgoto não contamine a tubulação de água fria. Exemplos dessas situações podem ser vistos nas imagens a seguir.

Na figura 10 pode-se visualizar que a tubulação de esgoto de um dos banheiros do andar superior ficou sobre a tubulação que alimentava a lavanderia e a pia da cozinha. Esse problema só foi percebido após uma análise da vista em 3D, e a solução dele foi afastar a tubulação de água fria alguns centímetros para a direita.

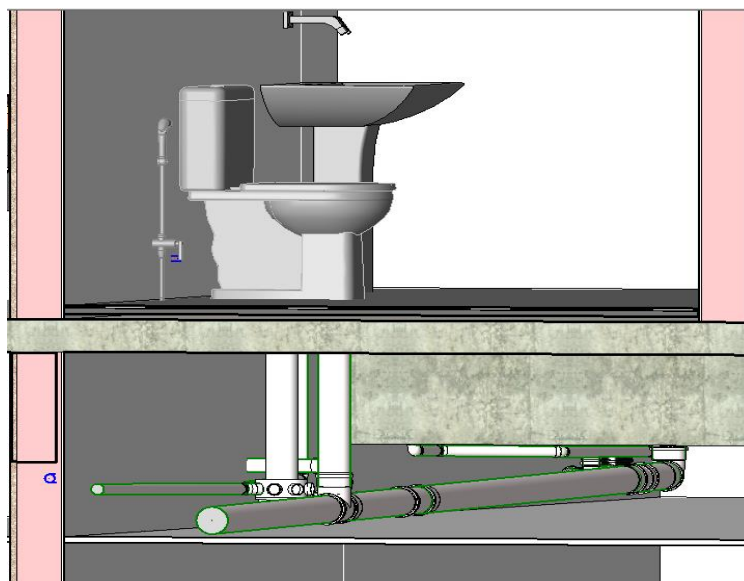
Figura 10 - Vista 3D das tubulações do banheiro do andar superior, da cozinha e da lavanderia



Fonte: Autoria Própria, 2019

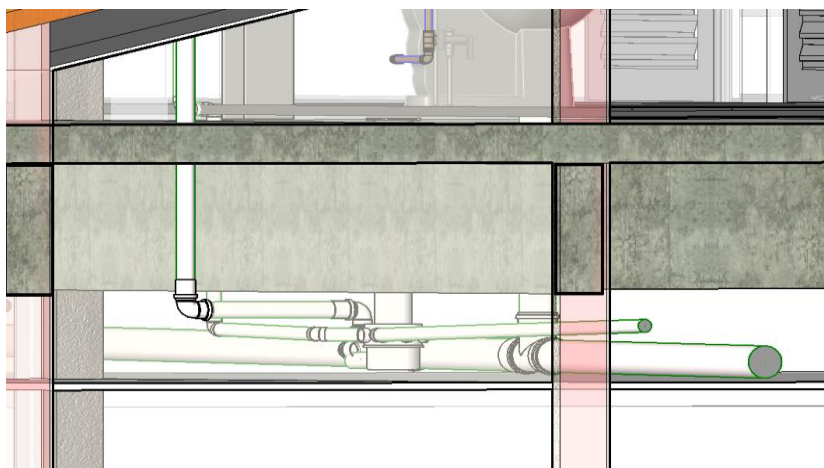
Outras incompatibilidades percebidas foi a de que, tanto o tubo de esgoto que se conectava com o tudo de queda, quanto os ramais de ventilação dos banheiros do andar superior estavam transpassando algumas vigas. Para corrigir esse problema optou-se por abaixar o nível do forro do andar térreo para que ele ficasse com uma cota de 2,6 metros, que conforme a Lei municipal N° 5530, de 17 dezembro 1981, está dentro das alturas de forro permitidas para os cômodos do andar térreo, com isso foi possível rebaixar o nível das tubulações de esgoto dos banheiros do primeiro andar de forma que os tubos não mais transpassassem as vigas. Na figura 11 pode-se ver a tubulação de esgoto do primeiro andar e o forro do andar térreo rebaixados. E na figura 12 pode-se ver os ramais de ventilação mencionados.

Figura 11 - Tubo de esgoto do primeiro andar que se conecta com o tudo de queda



Fonte: Autoria Própria, 2019

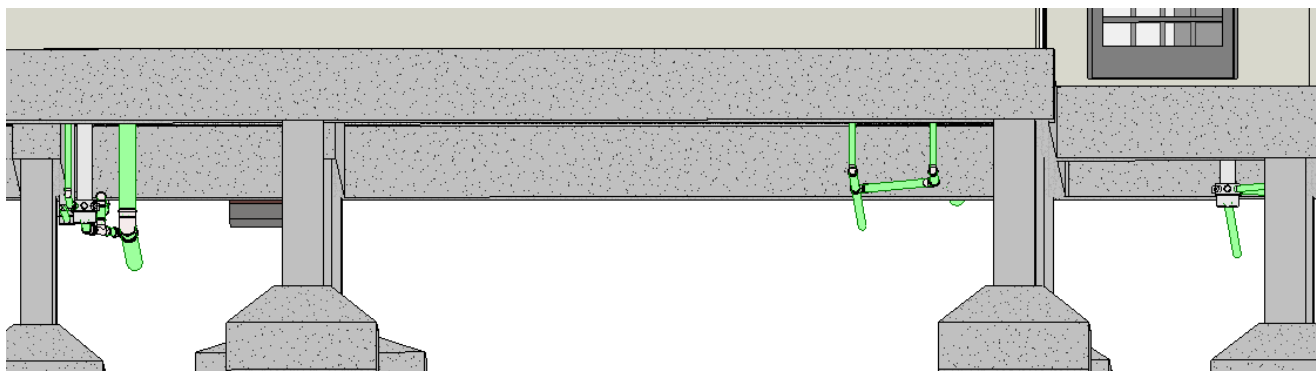
Figura 12 - Ramal de ventilação passando por debaixo da viga



Fonte: Autoria Própria, 2019

Com isso, através de outra análise feita na vista em 3D, percebeu-se que os ramais de saída de esgoto do andar térreo também estavam passando através de vigas, só que nesse caso através de vigas baldrame. Desse modo, a solução criada foi a de também rebaixar as tubulações de esgoto a uma determinada cota, para que os ramais possam passar por debaixo das vigas baldrame sem que isso afete as inclinações deles. A figura 13 demonstra o que foi descrito nesse parágrafo.

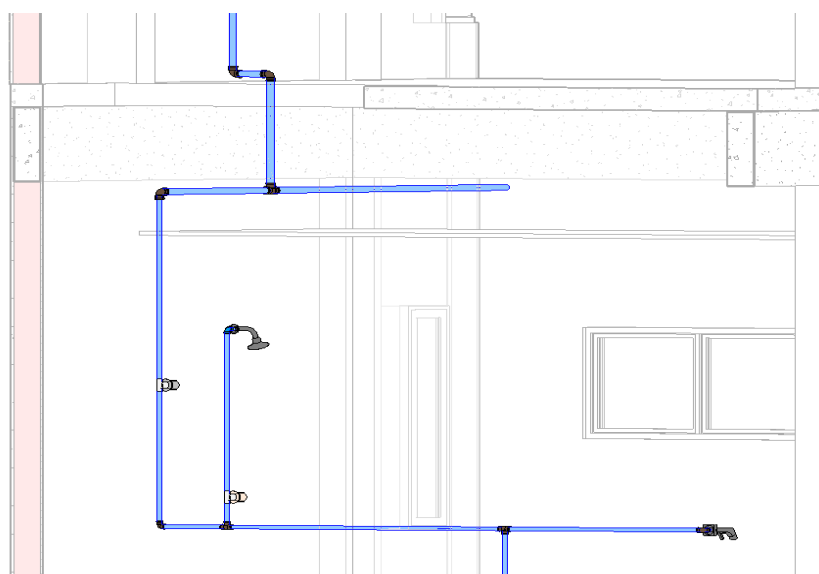
Figura 13 - Vista em 3D das tubulações de esgoto do andar térreo



Fonte: Autoria Própria, 2019

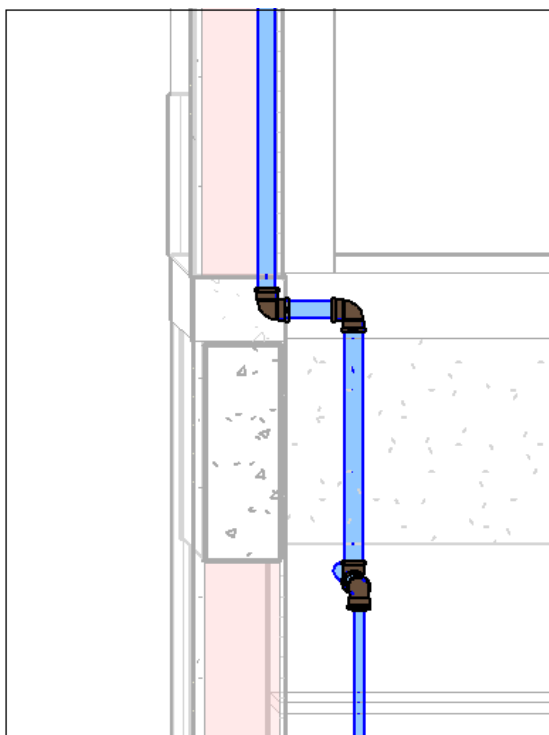
Além de auxiliar na detecção de erros de compatibilidade, a vista 3D também ajudou na construção do traçado da coluna de distribuição de água fria que sai diretamente da caixa d'água. Como o projeto arquitetônico não possui nenhum shaft, a coluna de distribuição teve de passar pela alvenaria para poder chegar ao andar térreo. Porém durante esse caminho alguns desvios tiveram de ser feitos para evitar que a coluna atravessasse a viga que ficava entre o andar superior e inferior. Esses desvios só puderam ser executados graças à vista 3D que expos com exatidão o ponto correto para se fazer o desvio da viga. Na figura 14 e figura 15 pode-se ver o desvio feito na coluna de distribuição.

Figura 14 - Coluna de Distribuição desviando de viga



Fonte: Autoria Própria, 2019

Figura 15 – Vista frontal da Coluna de Distribuição desviando da viga



Fonte: Autoria Própria, 2019

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a idealização e compatibilização dos projetos apresentados nesse trabalho foi possível perceber o grande valor que a metodologia BIM possui para esses fins. O recurso de criação de vínculos entre os projetos oferecido pelos softwares baseados nessa metodologia ofereceu uma visão bem mais ampliada da noção de espaço que cada componente ocupa e como ele irá impactar outros componentes.

Outra vantagem percebida, foi na parte gerencial dos projetos, pois cada projeto pode ser elaborado simultaneamente e através da criação de vínculos, esses projetos podem se unir em um único arquivo que pode ser usado tanto para visualização de incompatibilidades, quanto para o gerenciamento dos projetos.

Essa tática, foi usada na parte prática desse trabalho uma vez que os projetos elaborados no Autodesk Revit®, foram unidos através de vínculos em um único arquivo, no caso o arquivo usado para criação do projeto hidrossanitário, e as correção de incompatibilidades foram decididas a partir da visualização conjunta desses projetos.

Na análise dos projetos foi possível observar algumas incompatibilidades, sendo elas:

- Locação de um pilar no mesmo local de instalação de uma janela, sendo necessário a mudança de local dessa janela;
- Tubulação de esgoto “cortando” vigas baldrame, sendo necessário rebaixar a profundidade dessas tubulações para que passem por baixo das vigas;
- Tubulações de esgoto passando em uma cota superior à tubulação de distribuição de água, sendo necessário modificar o traçado dessa tubulação.
- Colunas de alimentação de água “cortando” elementos estruturais, sendo necessário fazer o desvio dessas tubulações.

No entanto, um dos gargalos para a utilização dos softwares baseados na metodologia BIM é que alguns recursos oferecidos por eles, não são tão intuitivos exigindo do usuário uma capacitação para se ter acesso total as funcionalidades oferecidas por esses softwares.

Um exemplo do que foi falado no parágrafo anterior, está na modelagem paramétrica de objetos que compõe os projetos em BIM, pois os softwares baseados nessa metodologia oferecem recursos para criação e edição desses objetos, no entanto como o número de parâmetros necessários para modelagem desses objetos são muitos, o usuário precisa ter um conhecimento técnico mais aprofundado para usufruir dessa funcionalidade. Para contornar isso, alguns fabricantes e projetistas mais experientes disponibilizam famílias de objetos, porém caso algum projeto exija um componente específico para ele, o projetista necessitará de um conhecimento técnico necessário para modelar esse componente.

Em vista do que foi dito durante este trabalho é evidente de que as ferramentas digitais baseadas no BIM têm um altíssimo potencial de usabilidade em vários segmentos da construção civil, no entanto exigem a capacitação desses profissionais para que as funcionalidades trazidas pela tecnologia BIM sejam usufruídas em sua totalidade.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/>>. Acesso em 25 novembro 2019

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projetos de estrutura de concreto. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

AUTODESK (2017). **Introdução ao uso do bim em projetos de edificações**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/>>. Acesso em: 10 set 2019.

BRASIL. Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 163, p.2, ago. 2019

BUILDING SMART (2019). **What is a BIM?** buildingSMART, 2010. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em: 10 setembro 2019.

CAO, D.; WANG, G.; LI, H.; SKITMORE, M.; HUANG, T.; ZHANG, W. Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China. **Automation in Construction**, n. 49, p. 113-122, 2015.

CREDER; H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6º ed. Rio de Janeiro. LTC, 2006.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de Bim: Uma Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Construtores e Incorporadores**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483p.

FORTALEZA. **Lei Municipal LEI Nº 5530, de 17 de dezembro 1981**. Dispõe sobre o código de obras e posturas do município de fortaleza e das outras providências. Fortaleza, 1981. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-fortaleza-ce>>. Acesso em: 10 set 2019

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. 2003. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, São Paulo.

IBAM (2020). Código de obras. **Instituto brasileiro de administração Municipal**. Disponível em< <http://www.ibam.org.br/>>. Acesso em: 30 janeiro 2020.

KIM, H.; ANDERSON, K.; LEE, S.; HILDRETH, J. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. **Automation in Construction**, v. 35, p. 285-295, nov. 2013.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1º ed. São Paulo. PINI, 2010.

MARSICO, L.M; MEDEIROS, R; COSTELLA, M.F; JACOSKI, C.A, Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 7, n. 17, p. 19-41, 2017.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Curitiba, v. 3, n.1, p. 79-99, mai. 2008.

MCGRAW-HILL Construction, “**SmartMarket Report: The Business Value of BIM in North America**”, novembro de 2012

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRÍGUEZ, M. A. A; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2., Fortaleza, 2001. Anais... Fortaleza, 2001. CD-ROM

RODRIGUES, K.P.; MESQUITA, H.C.; EDUARDO, R.C.; PAULA, H.M. Mapeamento sistemático de referências do uso do bim na compatibilização de projetos na construção civil. **REEC**, Goiás, jun. 2017. Disponível em:< www.reec.com.br>. Acesso em 10 set. 2019

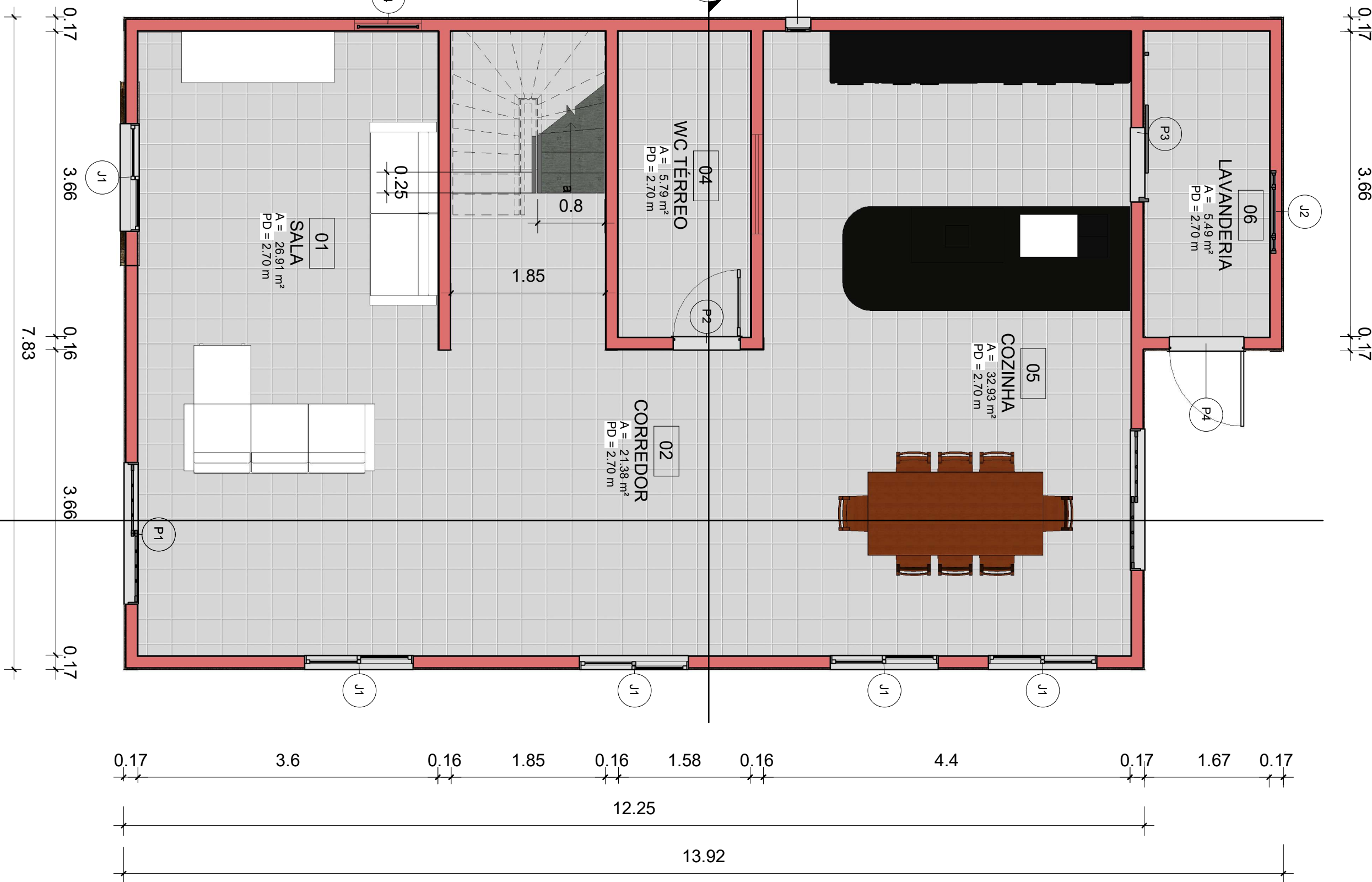
SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation In Construction**, v. 18, p. 357-375, mar. 2009.

VARGAS, Milton. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1994. p.171-286

APÊNDICE

Cálculo do ponto mais favorável												
Pressão dinâmica mínima exigida: 10 Kpa		Perda de Carga								Velocidade máxima permissível 3m/s	Diâmetro da tubulação Interno(mm)	Diâmetro Comercial da Tubulação (mm)
Trecho	Pressão Trecho (Kpa)	Pressão Trecho (m.c.a)	Pressão Montante(m.c.a)	Perda eq(m)	Perda Real (m)	Perda Unitário (m/m)	Diferença de cota(m)	Peso Relativo	Vazão(l/s)	Velocidade(m /s)		
AB	15,23	1,55	0	1,1	2,46	0,078	1,83	6,6	0,77071	1,27038095	27,8	32
BC	40,90	4,17	1,69	3,4	2,81	0,048	2,78	3,8	0,58481	0,96394844	27,8	32
CD	47,37	4,83	4,32	4,5	1,53	0,020	0,63	1,4	0,35496	0,58509451	27,8	32
DE	60,56	6,18	4,89	0,8	1,73	0,203	1,8	1,4	0,35496	1,56465205	17	20
EF	59,81	6,10	6,45	3,6	3,7	0,164	0,85	1,1	0,31464	1,39	17	20

Cálculo do ponto menos favorável												
Pressão dinâmica mínima exigida: 10 Kpa		Perda de Carga								Velocidade máxima permissível 3m/s	Diâmetro da tubulação Interno(mm)	Diâmetro Comercial da Tubulação (mm)
Trecho	Pressão Trecho (Kpa)	Pressão Total/Trecho	Pressão Montante(m.c.a)	Perda eq(m)	Perda Real (m)	Perda Uni (m/m)	Diferença de cota(m)	Peso Relativo	Vazão(l/s)	Velocidade(m /s)		
AB	15,23	1,55	0	1,1	2,46	0,078	1,83	6,6	0,77071	1,27038095	27,8	32
BC	13,33	1,36	1,69	3,3	5,69	0,037	0,00	2,8	0,502	0,82744859	27,8	32
CD	13,28	1,35	1,52	2,8	5,65	0,020	0	1,4	0,35496	0,58509451	27,8	32
DE	27,28	2,78	1,44	0,8	0,96	0,203	1,7	1,4	0,35496	1,56465205	17	20
EF	16,32	1,66	2,98	2,2	1,42	0,068	-1,07	0,4	0,18974	0,84	17	20



1 Planta Baixa Térreo
1 : 50



AUTODESK
www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

Planta Baixa Térreo		
Número do projeto	100	A101
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Gilvam Barbosa	
Verificado por	Verificador	Escala
		1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

Planta Baixa 1º Pavimento

Número do projeto	100
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

A102

Escala	1 : 50
--------	--------

Tabela de janelas				
Marca de tipo	Comentários	Altura	Altura do Peitoril em Relação ao Piso do Pavimento	Largura
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	0.84	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.10	1.30
J10	Janela Basculante tipo 01	0.60	1.50	1.20
J10	Janela Basculante tipo 01	0.60	1.50	1.20
J2	Janela Basculante	0.60	1.50	1.00
J4	Janela Maxim-air	0.60	1.50	0.80
J3	Janela Pivotante	1.20	1.00	0.30
J1	Janela de Correr - 2 Folhas	1.00	1.00	1.30
J5	Janela Basculante tipo 02	1.80	0.30	1.40
J5	Janela Basculante tipo 02	1.80	0.30	1.40
J10	Janela Maxim-air	0.60	1.50	1.20

Tabela de Portas			
Marca de tipo	Comentários	Altura	Largura
P3	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.90
P1	Porta de Correr Metálica Quadriculada	2.15	1.70
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P2	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.15	0.80
P1	Porta de Correr Metálica Quadriculada	2.15	1.70
P4	Porta de Abrir Matálica Quadriculada	2.15	0.90
P1	Porta de Correr Metálica Quadriculada	2.15	1.70
P3	Porta de Abrir Metálica com Divisões Horizontais	2.10	4.00

OBRA: Casa de dois pavimentos		ARQUITETO: Gilvam Barbosa	
CLIENTE: Gilvam Barbosa		CAU: Verificador	
ENDEREÇO: Fortaleza		DESENHISTA: Gilvam Barbosa	
ESCALA:	DATA: 05/11/2019	N° DA PRANCHA A112/ 100	



1 Vista Frontal da Residência
1 : 50



AUTODESK

www.autodesk.com/revit

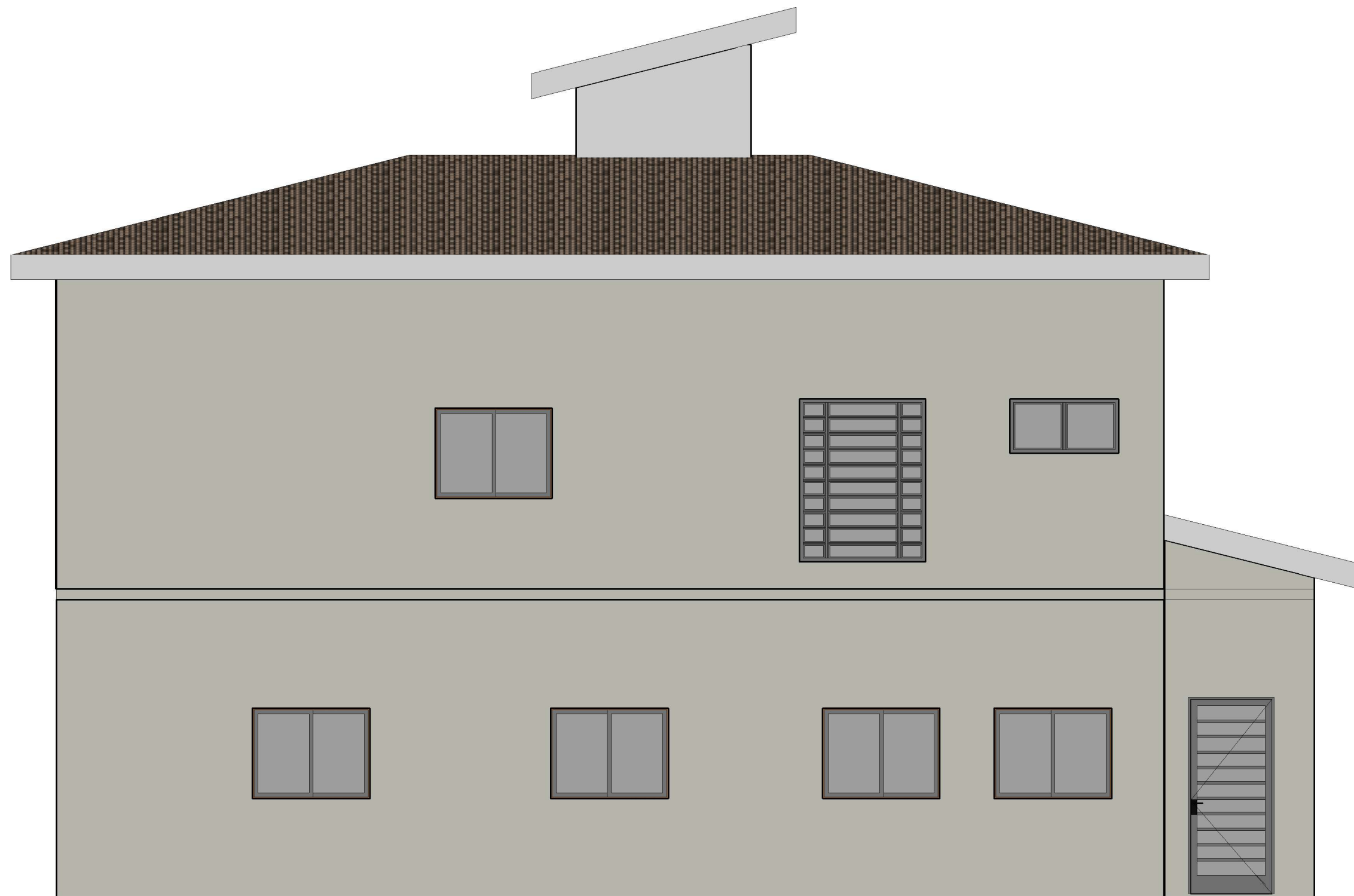
Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

Vista Frontal da Residência

Número do projeto	100	A106
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Autor	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 50



1 Vista Lateral Direita
1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

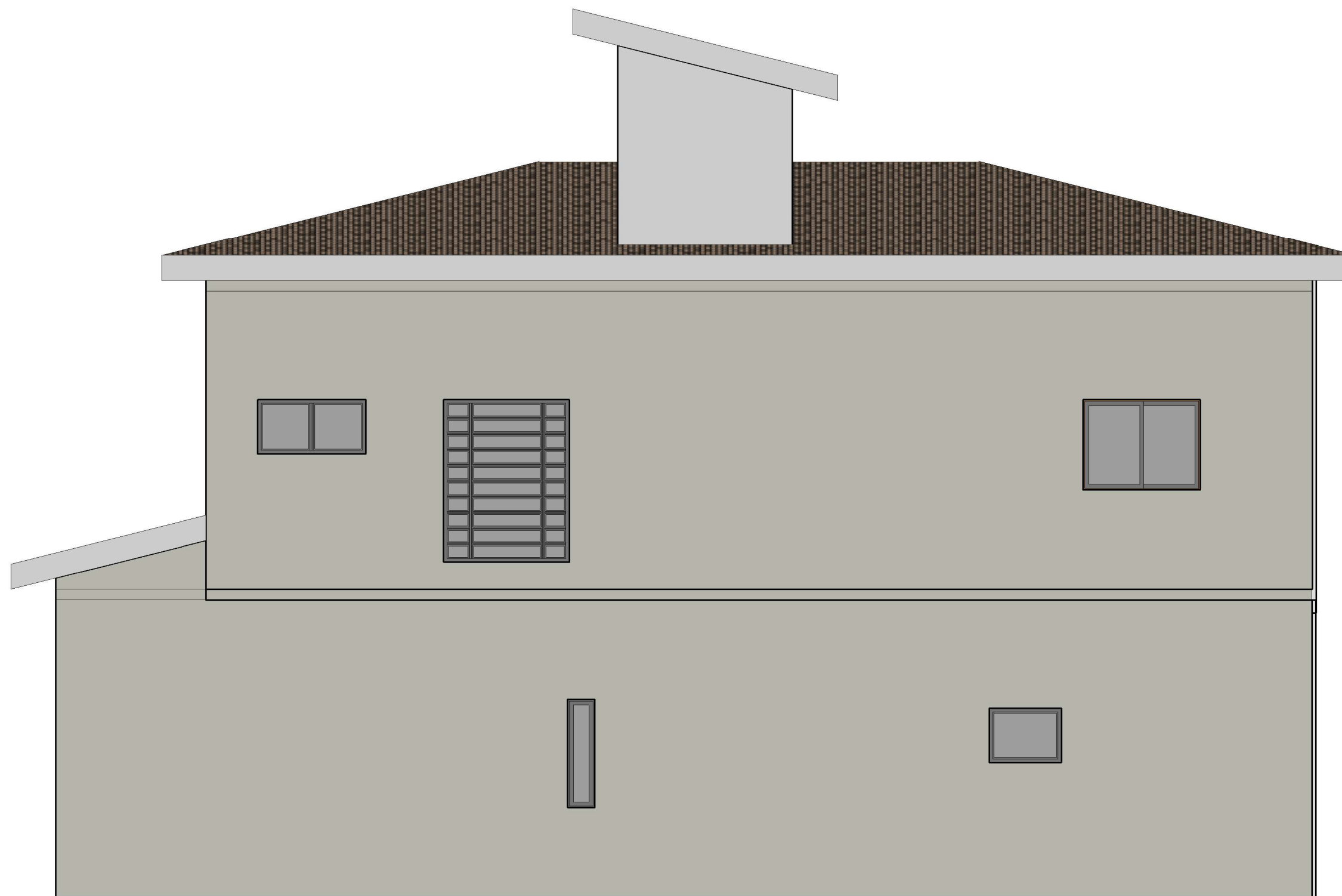
Casa de dois pavimentos

Vista Lateral Direita

Número do projeto	100
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

A105

Escala 1 : 50



1 Vista Lateral Esquerda
1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

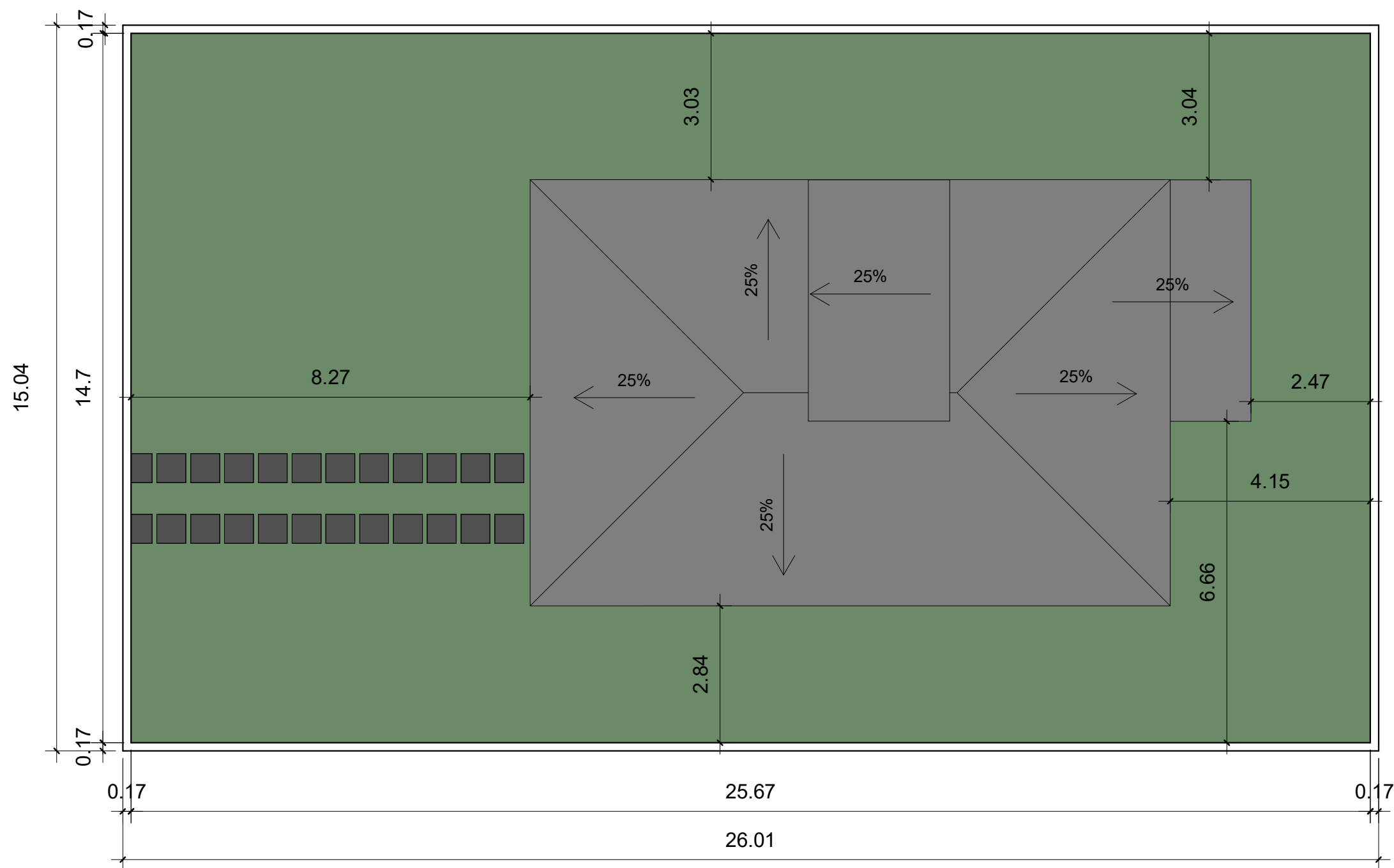
Casa de dois pavimentos

Vista Lateral Esquerda

Número do projeto	100
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

A107

Escala 1 : 50



1 Planta Baixa Locação
1:100

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa		Vista Superior	
Casa de dois pavimentos		Número do projeto	100
		Data	05/11/2019
		Desenhadas por	Autor
		Verificado por	Verificador
		Escala	1:100
		A116	



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

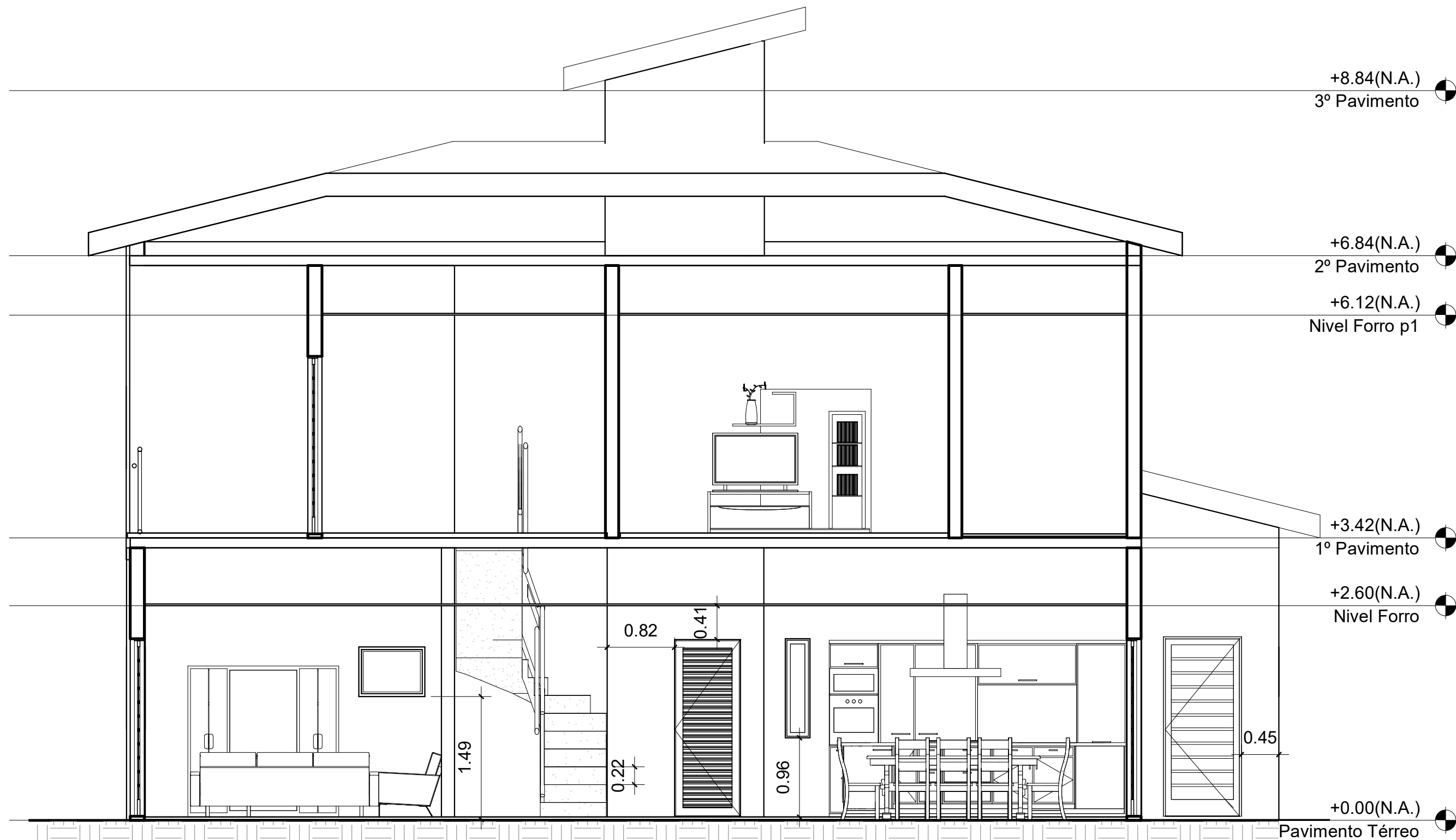
Corte Transversal

Número do projeto	100
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

A110

Escala 1 : 50

25/01/2020 14:26:13



1

Corte Longitudinal

1 : 50



AUTODESK

www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

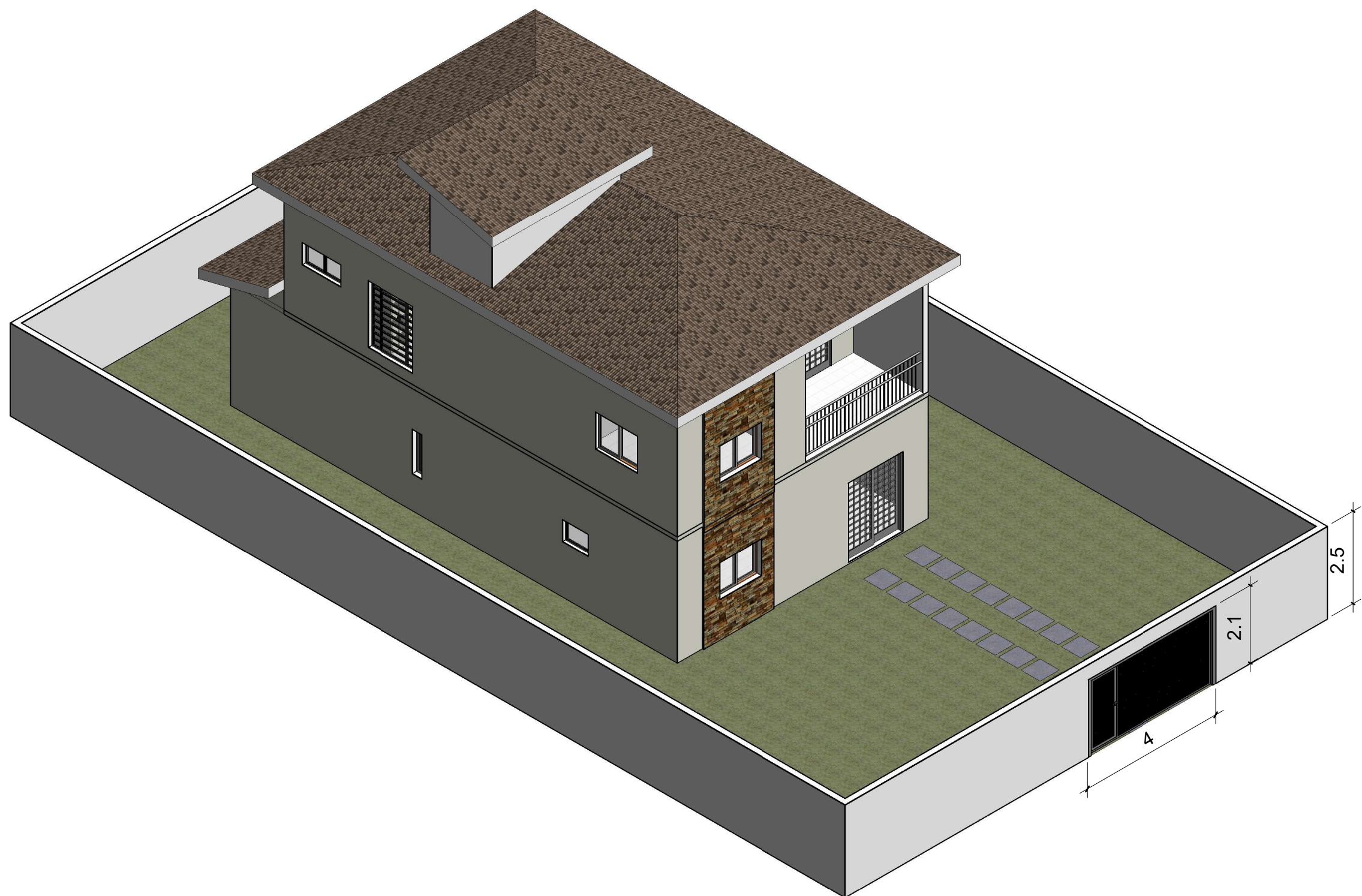
Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

Corte Longitudinal

Número do projeto	100	A109
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Gilvam Barbosa	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 50

25/01/2020 14:25:52



1 Arquitetônico Isométrico
1:100

**AUTODESK**
www.autodesk.com/revit

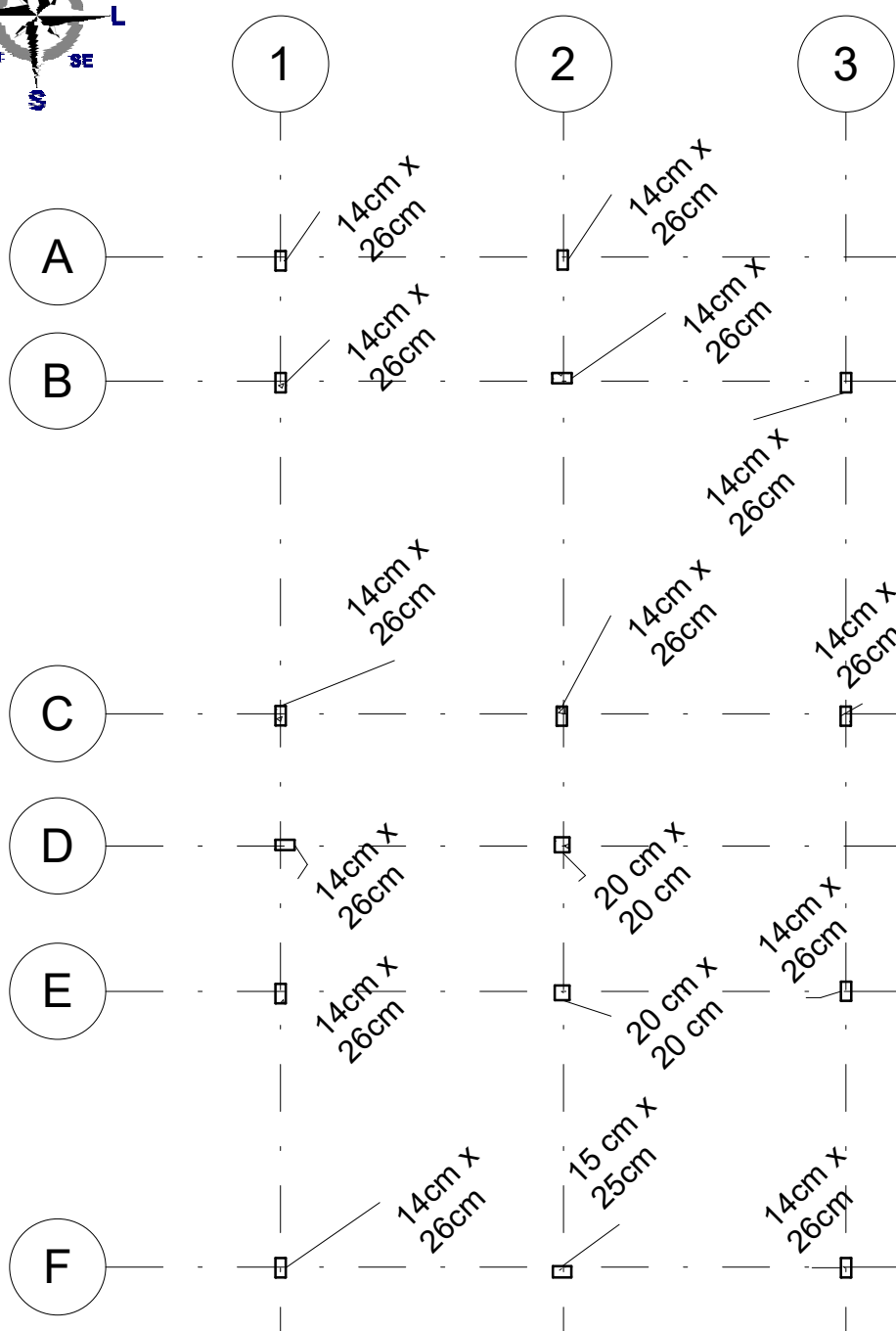
Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa de dois pavimentos

Arquitetônico Isométrico

Número do projeto	100	A118
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Autor	
Verificado por	Verificador	Escala
		1:100

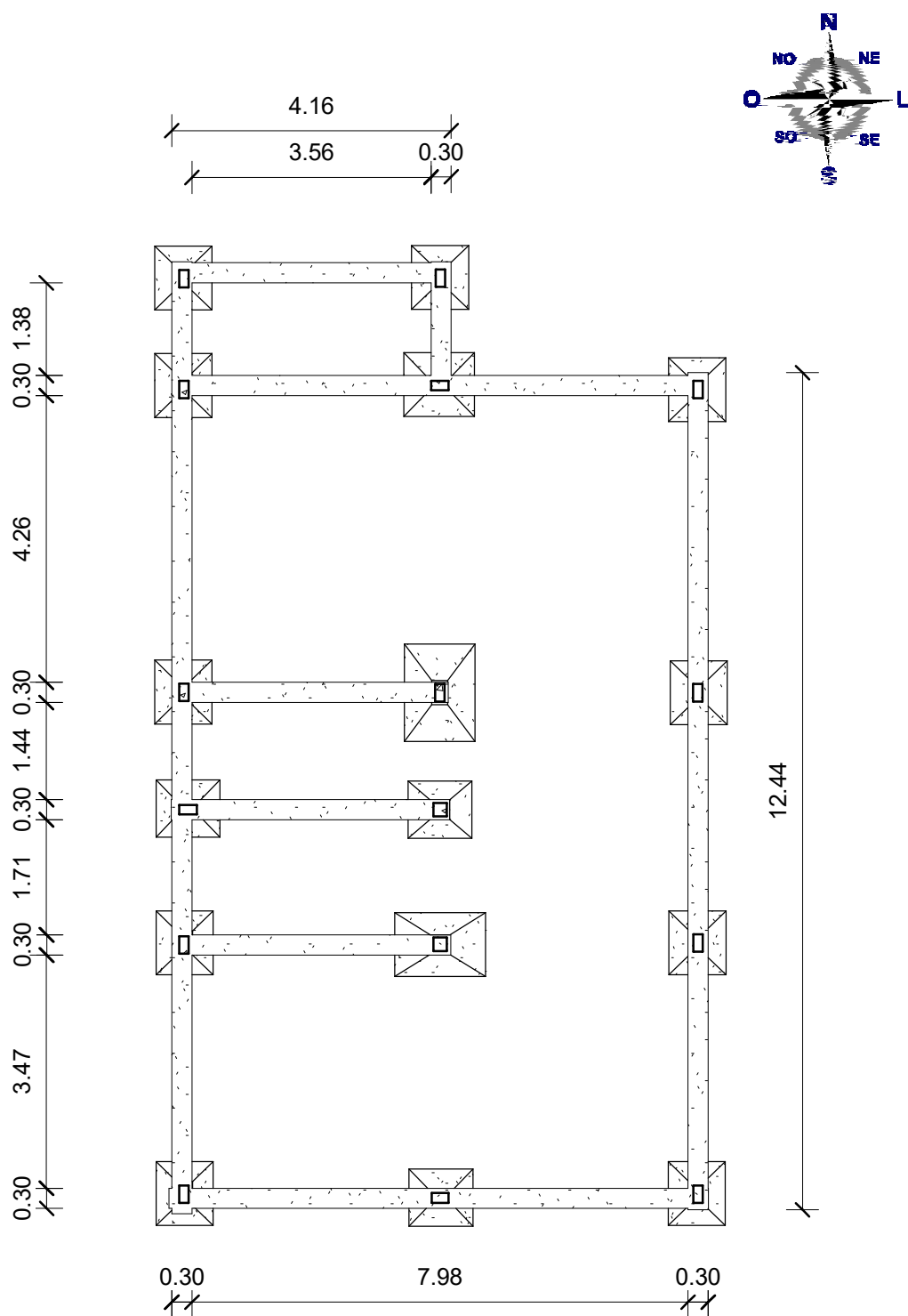


1

Identificação Pilares

1 : 100

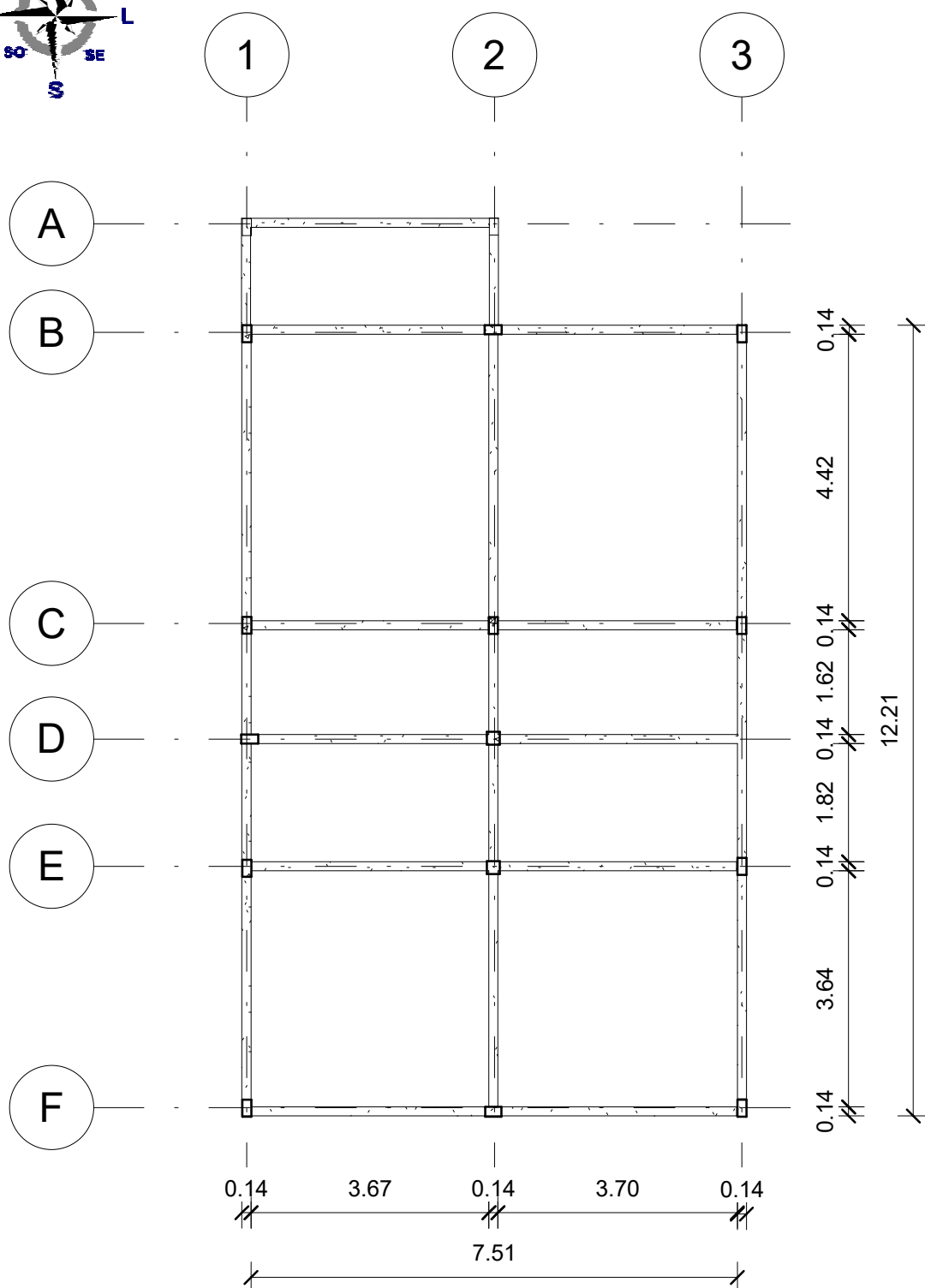
OBRA: Casa Dois Pavimentos		ARQUITETO: Gilvam Barbosa	
CLIENTE: Gilvam Barbosa		CAU: Verificador	
ENDEREÇO: Fortaleza-CE		DESENHISTA: Gilvam Barbosa	
ESCALA: 1 : 100	DATA: 04/11/2019	N° DA PRANCHA S.10 / 0001	



1 Vigas Baldrame

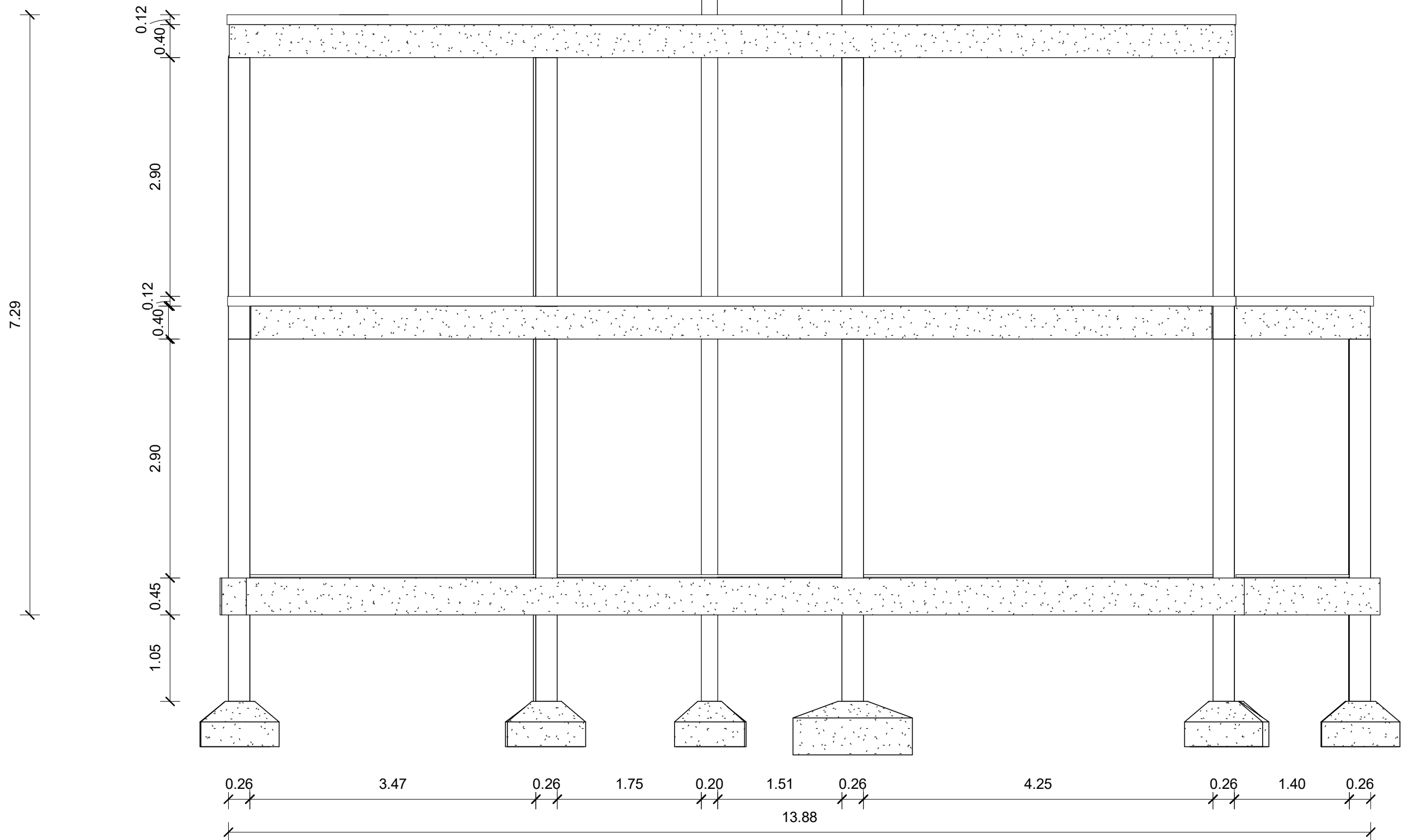
1 : 100

OBRA: Casa Dois Pavimentos		ARQUITETO: Gilvam Barbosa	
CLIENTE: Gilvam Barbosa		CAU: Verificador	
ENDEREÇO: Fortaleza-CE		DESENHISTA: Gilvam Barbosa	
ESCALA: 1 : 100	DATA: 04/11/2019	N° DA PRANCHA S.11 / 0001	



1 1º Pavimento
1 : 100

OBRA: Casa Dois Pavimentos		ARQUITETO: Gilvam Barbosa	
CLIENTE: Gilvam Barbosa		CAU: Verificador	
ENDEREÇO: Fortaleza-CE		DESENHISTA: Gilvam Barbosa	
ESCALA: 1 : 100	DATA: 04/11/2019	Nº DA PRANCHA S.12 / 0001	



1 Vista Leste
1 : 50

**AUTODESK**
www.autodesk.com/revit

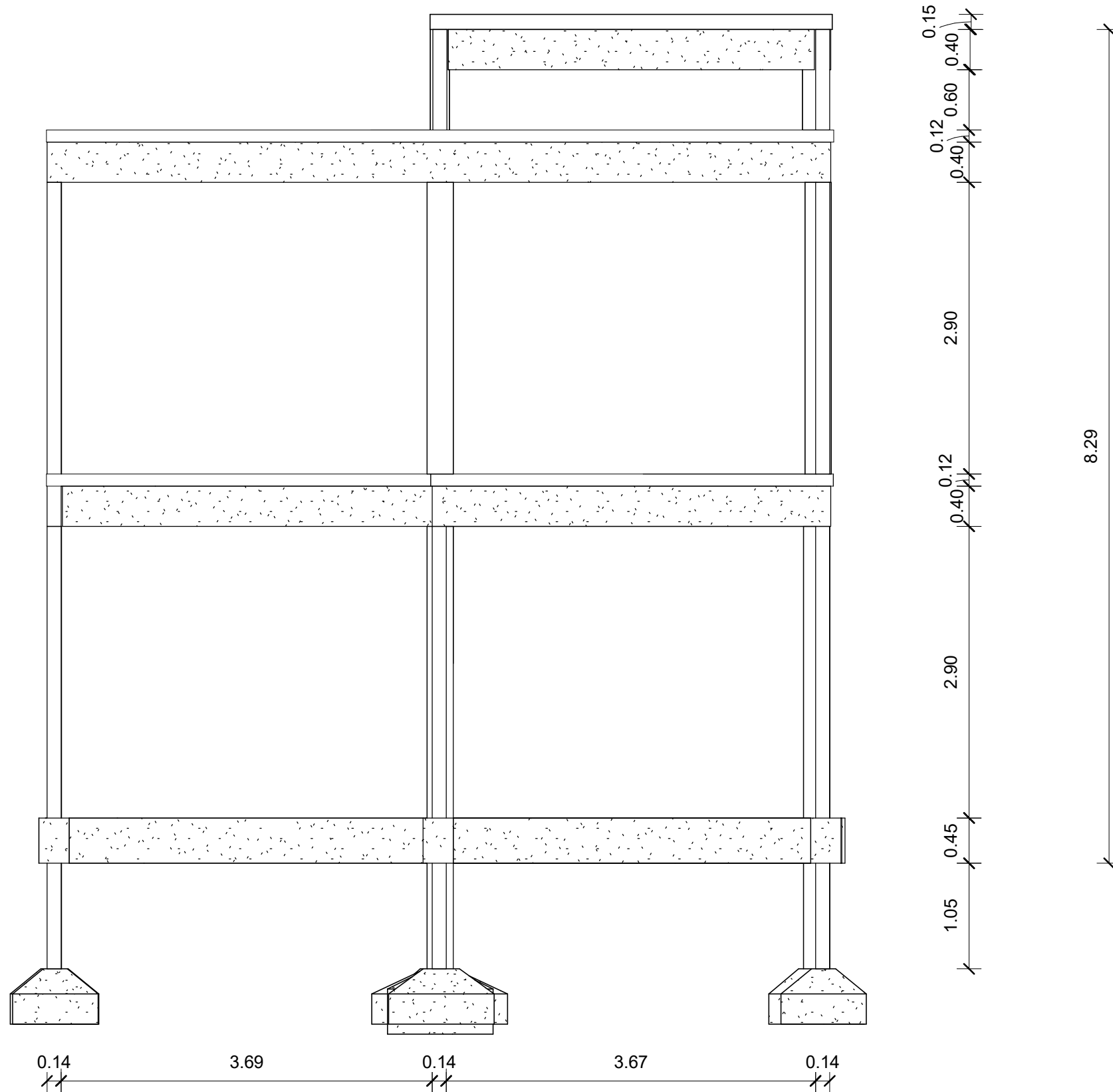
Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Vista Leste

Número do projeto	0001	S.17
Data	04/11/2019	
Desenhadas por	Autor	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 50



1 Vista Norte
1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

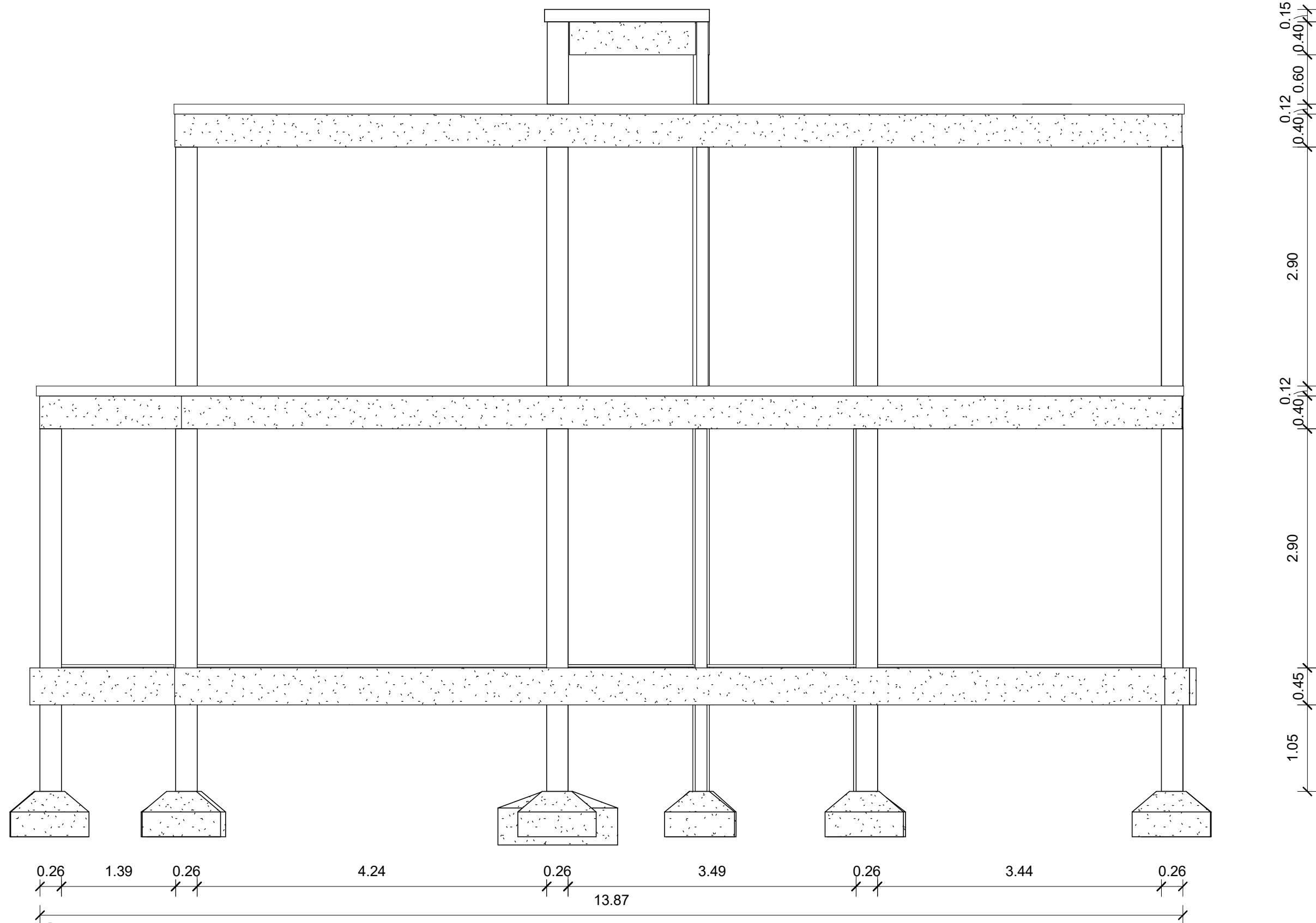
Gilvam Barbosa
Casa Dois Pavimentos

Vista Norte

Número do projeto	0001
Data	04/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

S.18

Escala 1 : 50



1 Vista Oeste
1 : 50



www.autodesk.com/revit

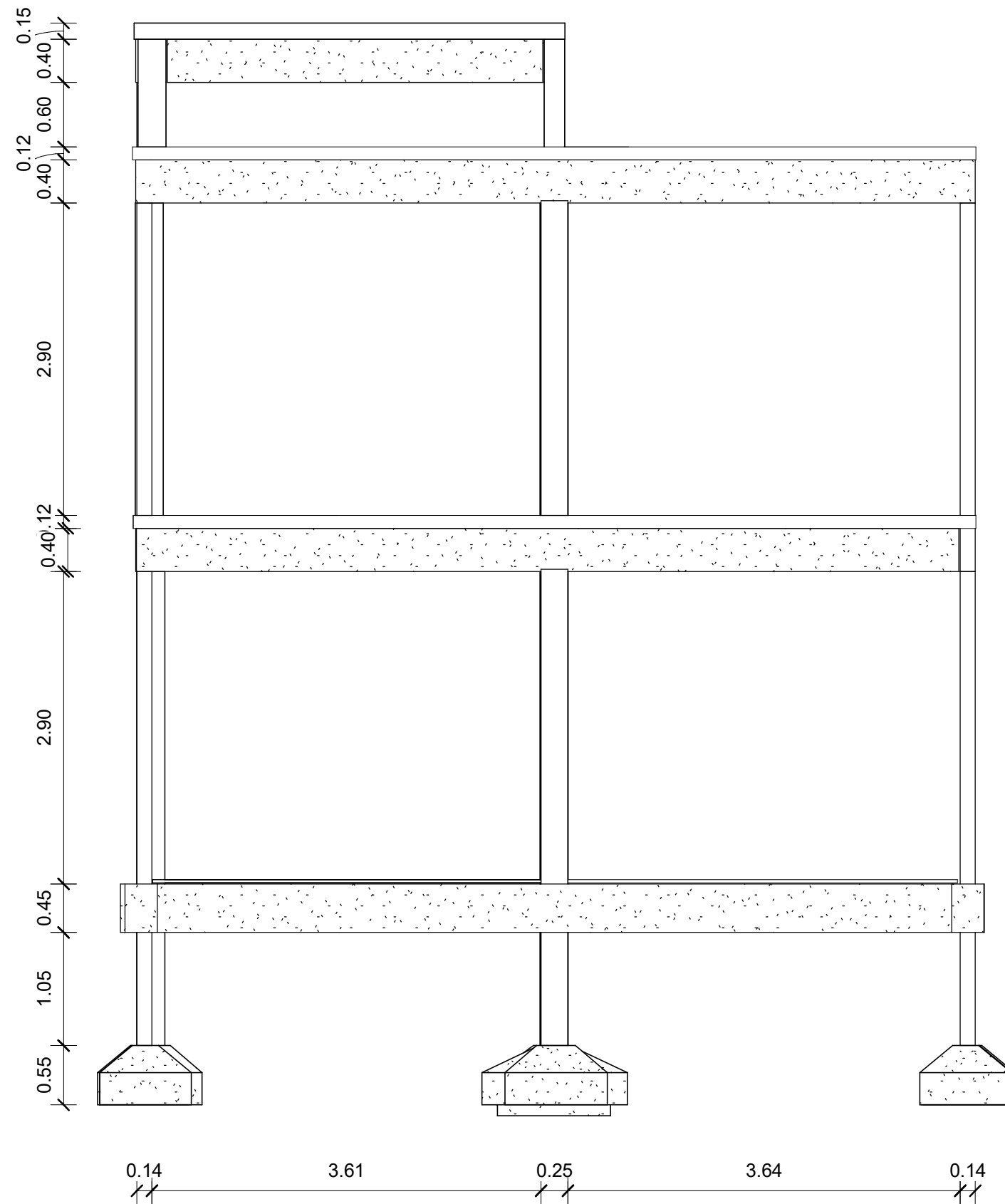
Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa
Casa Dois Pavimentos

Vista Oeste

Número do projeto	0001
Data	04/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

S.19	
Escala	1 : 50



1

Vista Sul

1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

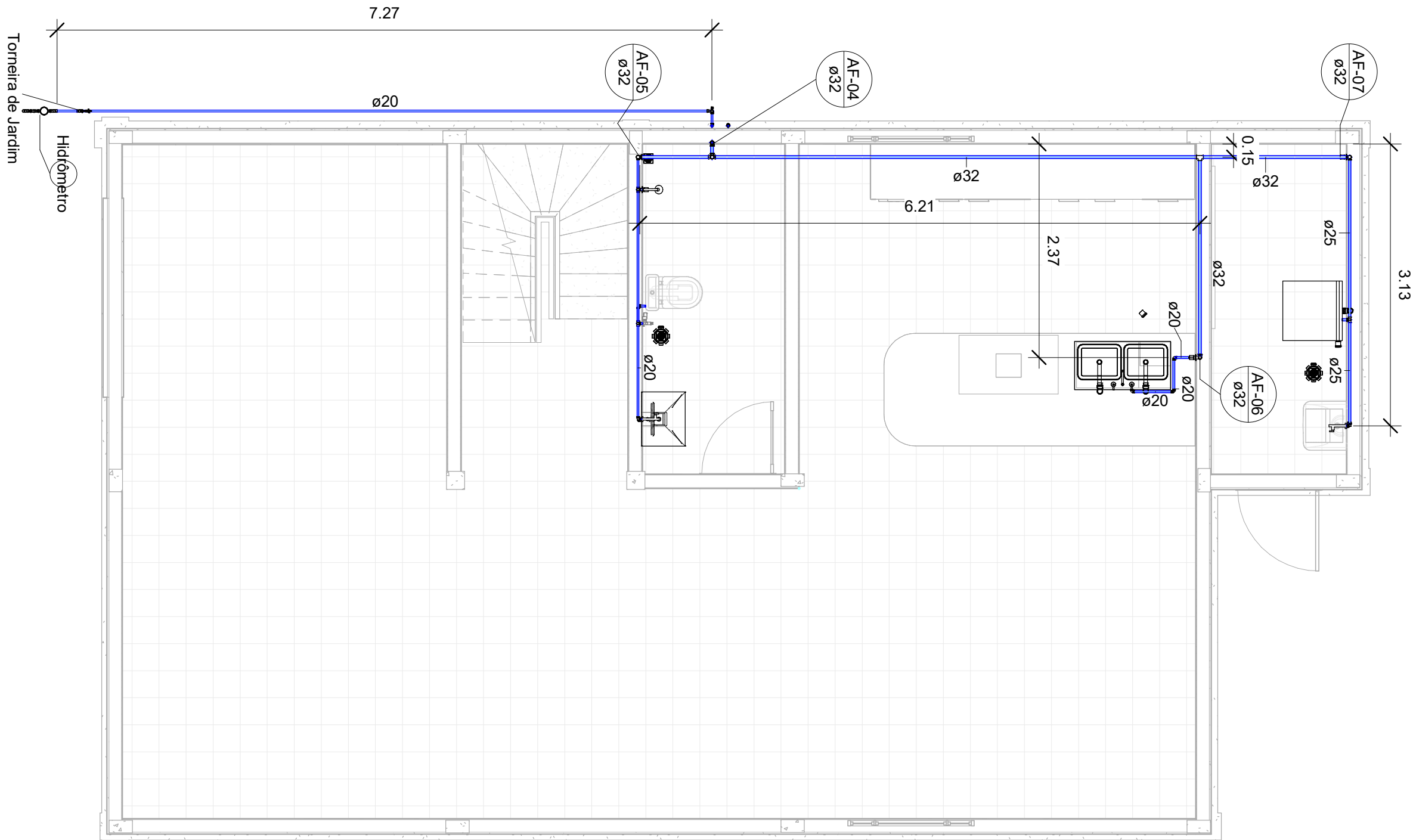
Casa Dois Pavimentos

Vista Sul

Número do projeto	0001
Data	04/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

S.20

Escala 1 : 50



1

Planta Baixa Pav Térreo
1 : 50



AUTODESK®

www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

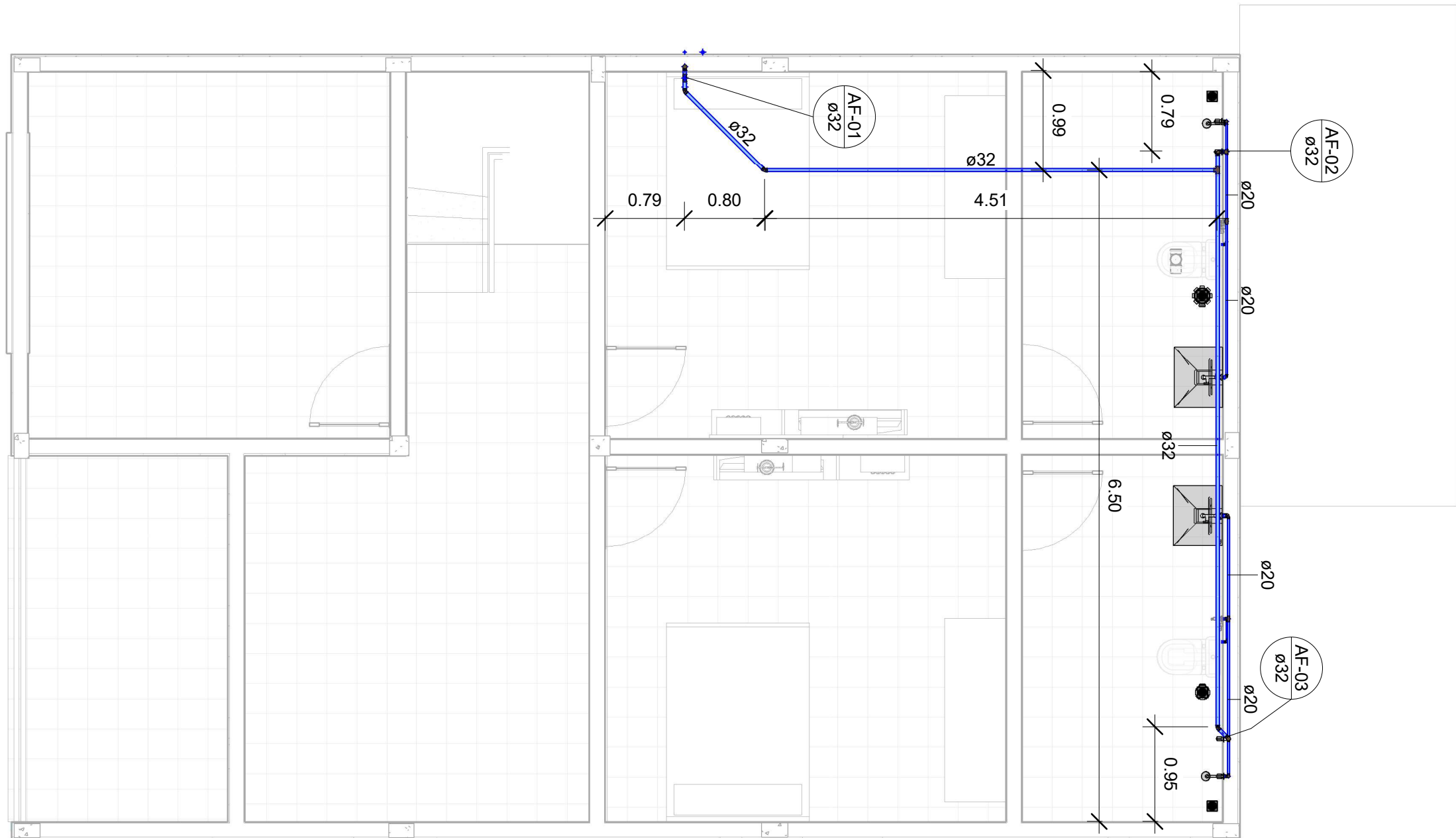
Planta Baixa Pavimento Térreo

Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

A116	
Escala	1 : 50

1
1 : 50

Planta Baixa 1º Pavimento



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

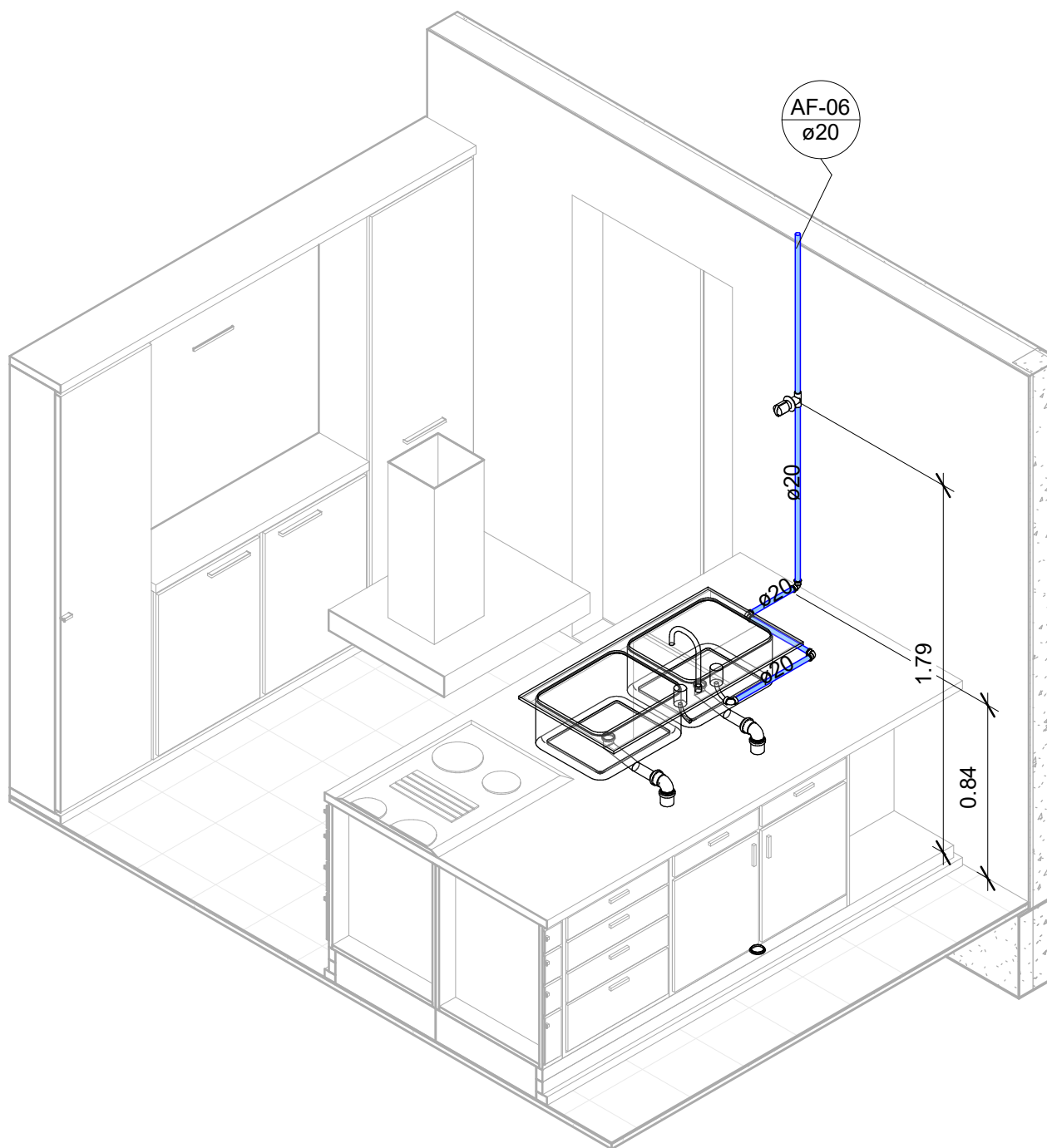
Casa Dois Pavimentos

Planta Baixa 1º Pavimento

Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

A115

Escala	1 : 50
--------	--------



1

Vista Isométrica Cozinha

1:25



www.autodesk.com/revit

Gilvam Barbosa

Casa Dois
Pavimentos

Detalhe Água-fria Cozinha

Número do projeto 0000

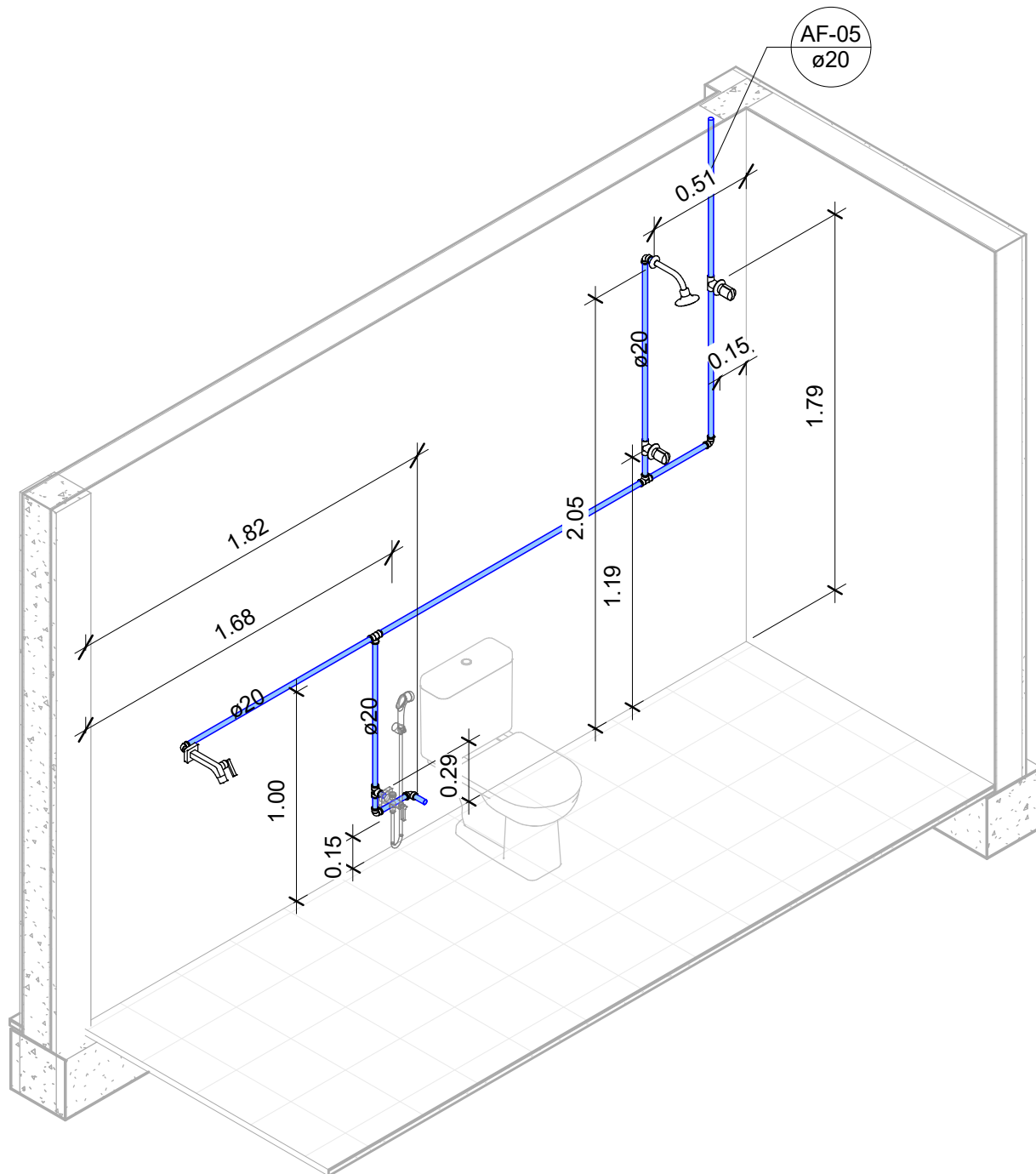
Data 05/11/2019

Desenhadas por Autor

Verificado por Verificador

A118

Escala 1:25



1

Vista Isométrica WC Térreo

1:25



www.autodesk.com/revit

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Detalhe Água-fria WC Térreo

Número do projeto 0000

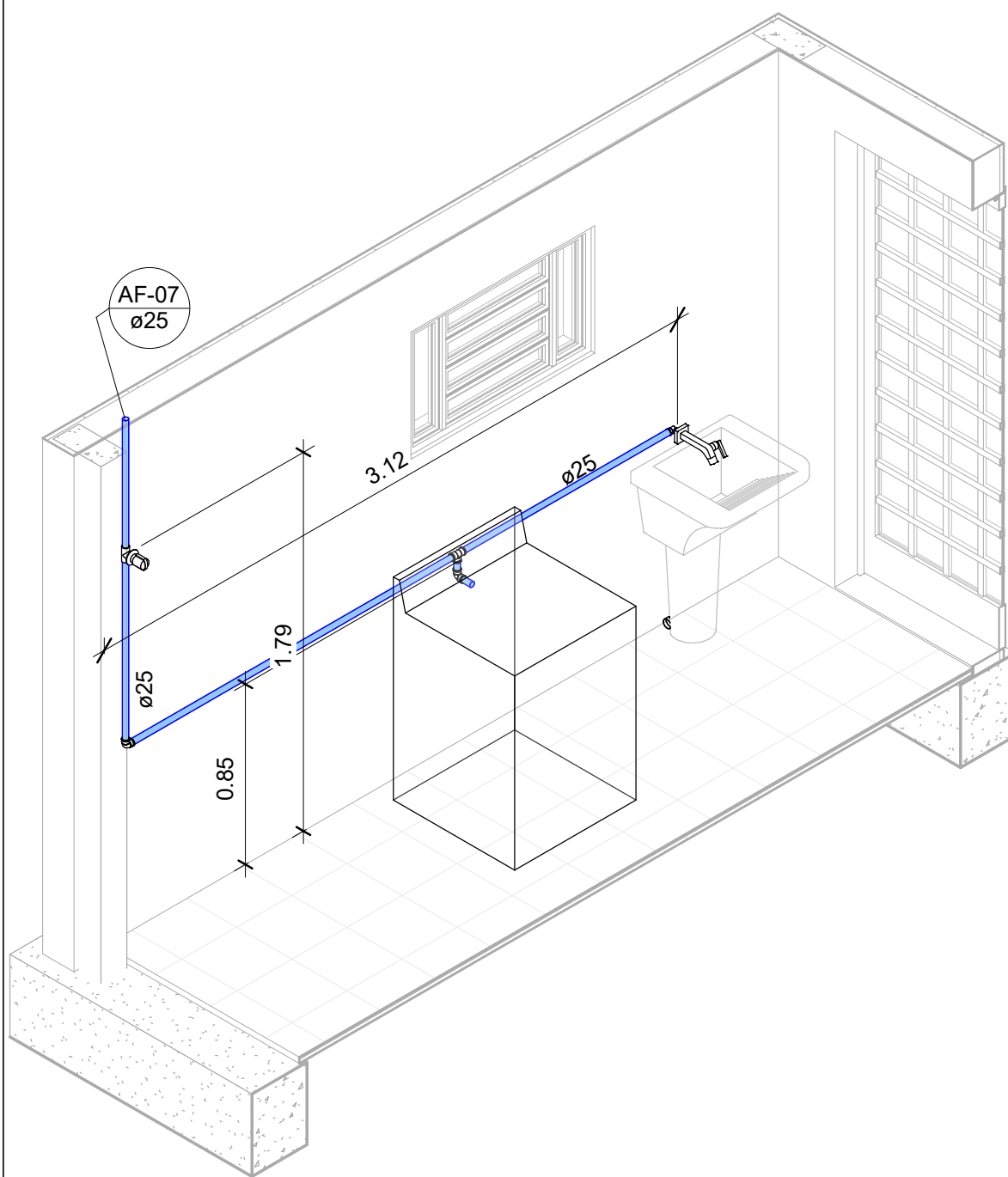
Data 05/11/2019

Desenhadas por Autor

Verificado por Verificador

A119

Escala 1:25



1

Vista Isométrica Lavanderia

1:25



www.autodesk.com/revit

Gilvam Barbosa
Casa Dois Pavimentos

Detalhe Água-fria Lavanderia

Número do projeto 0000

Data 05/11/2019

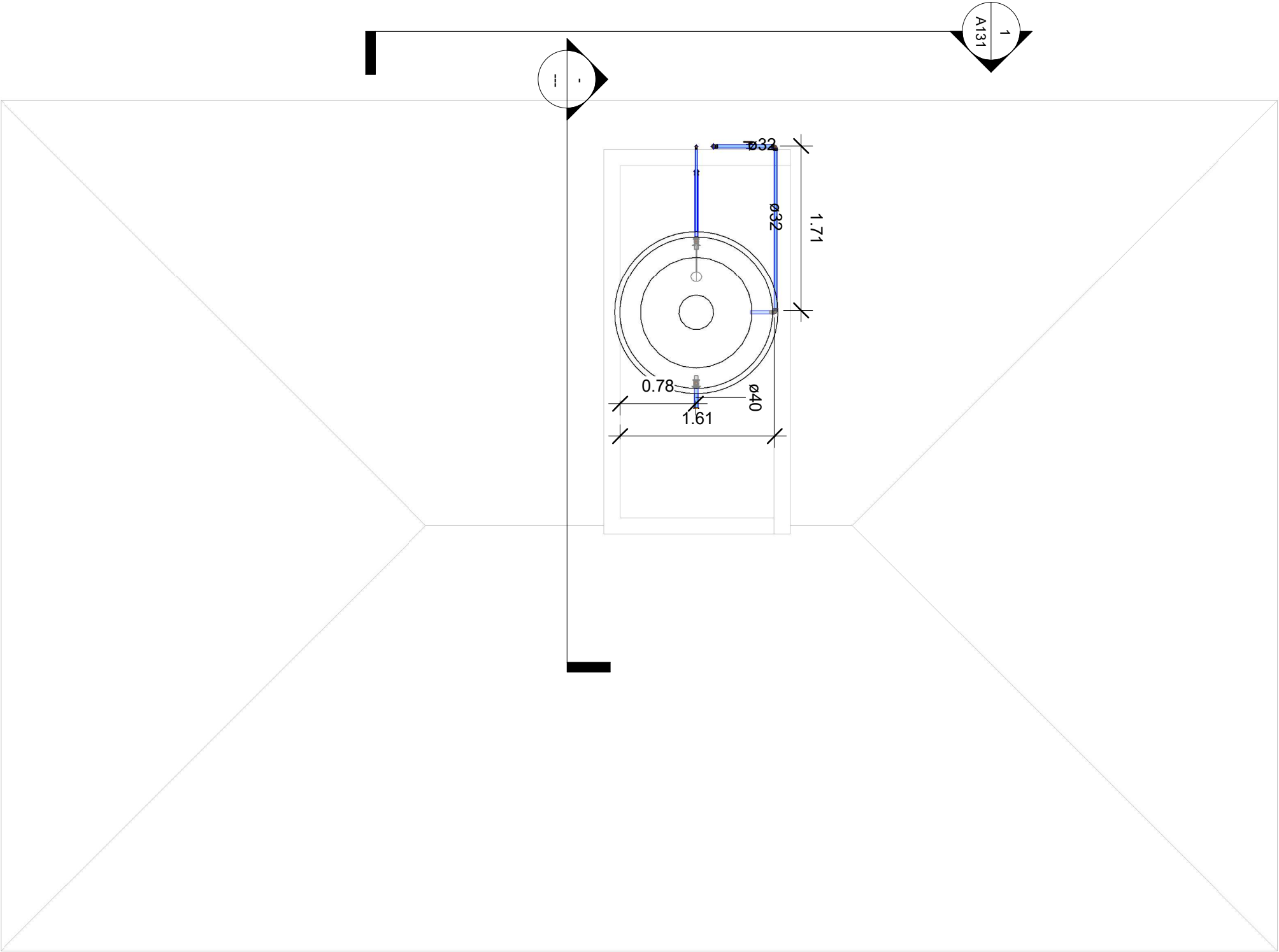
Desenhadas por Autor

Verificado por Verificador

A120

Escala 1:25

A122



1
1 : 50

Vista Caixa D'água

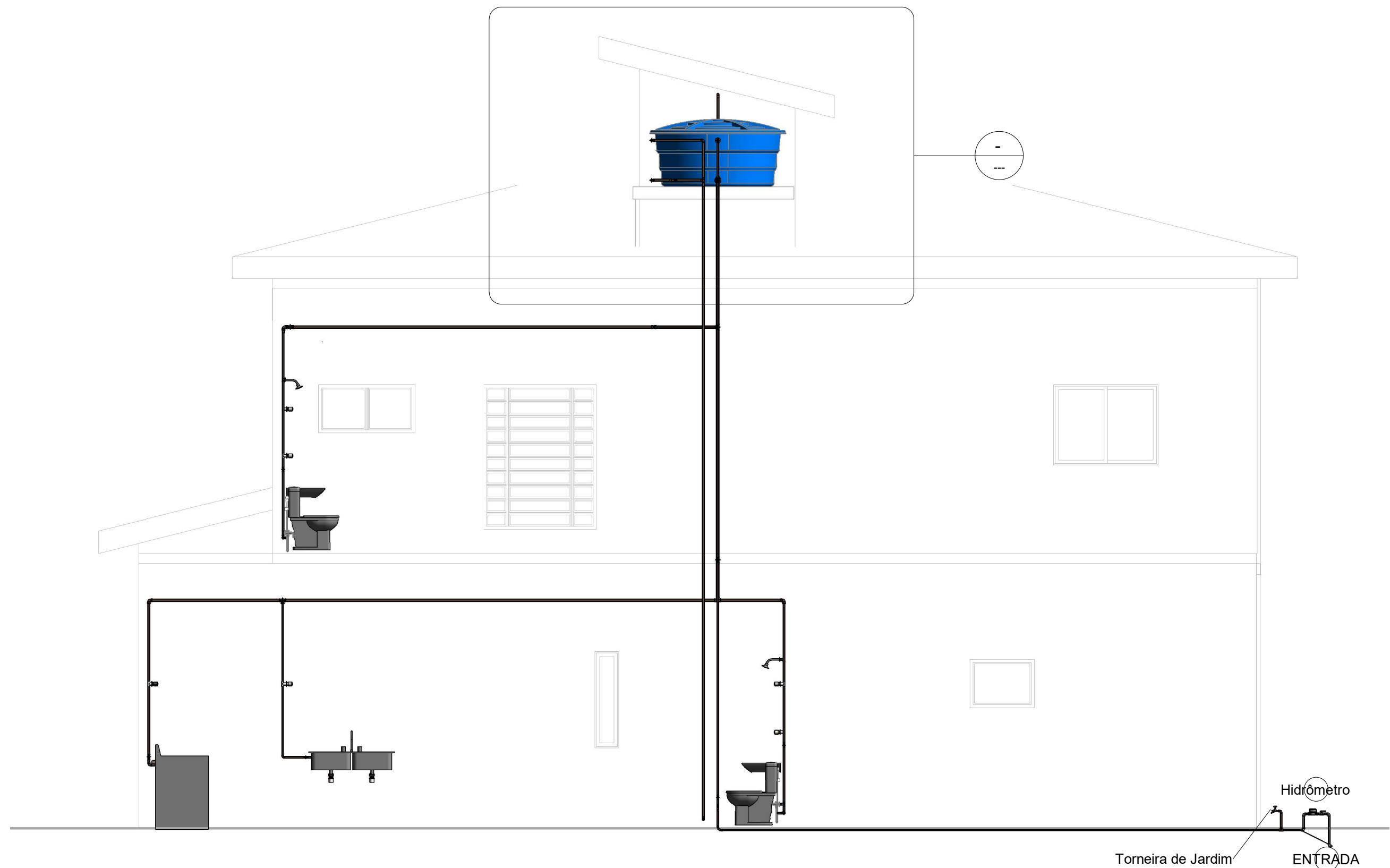


www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa
Casa Dois Pavimentos

Planta Baixa NívelCaixa D'água		
Número do projeto	0000	A123
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Autor	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 50



1 Vista Lateral Água Fria
1 : 50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

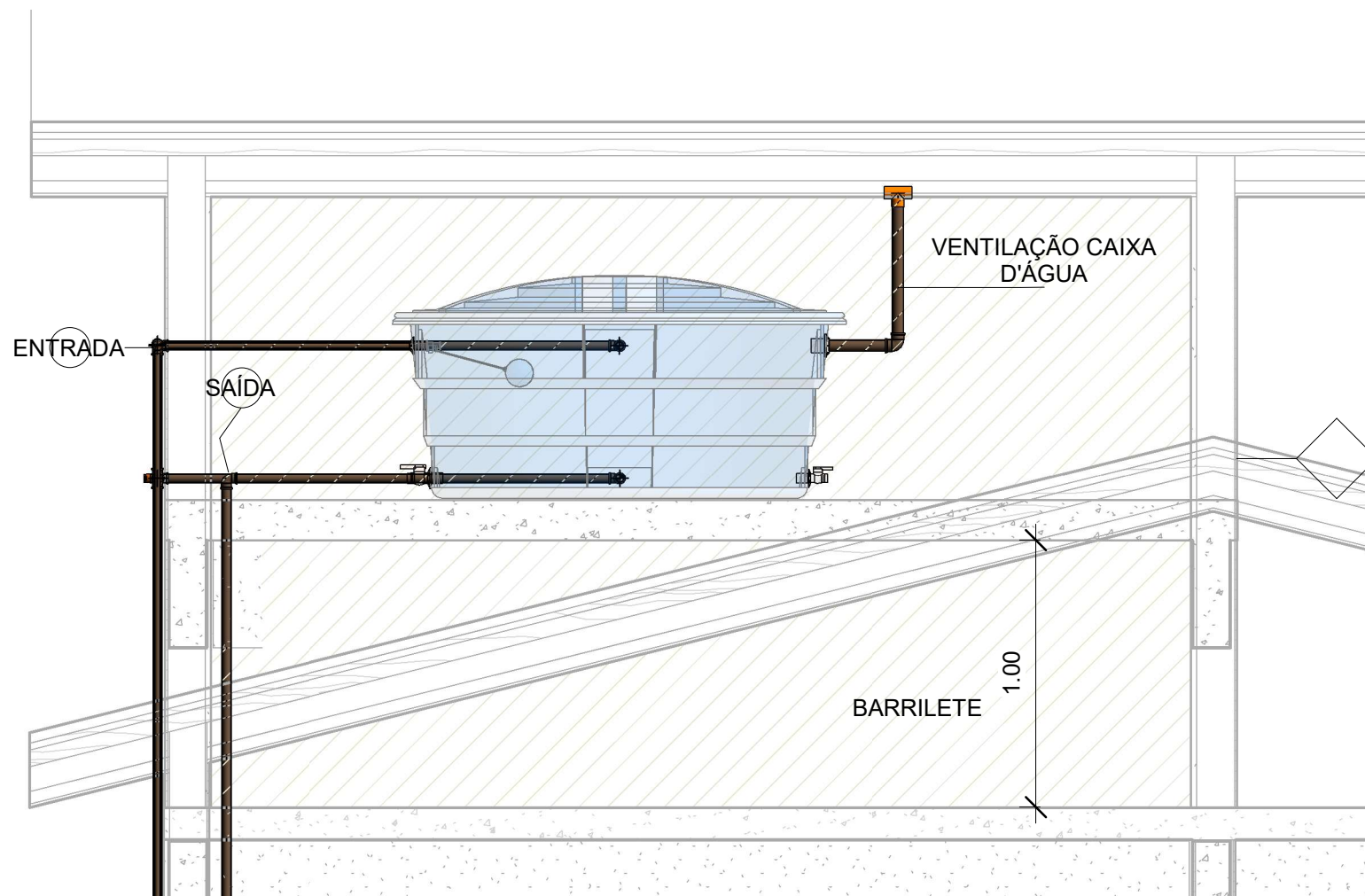
Casa Dois Pavimentos

Vista Lateral Água Fria

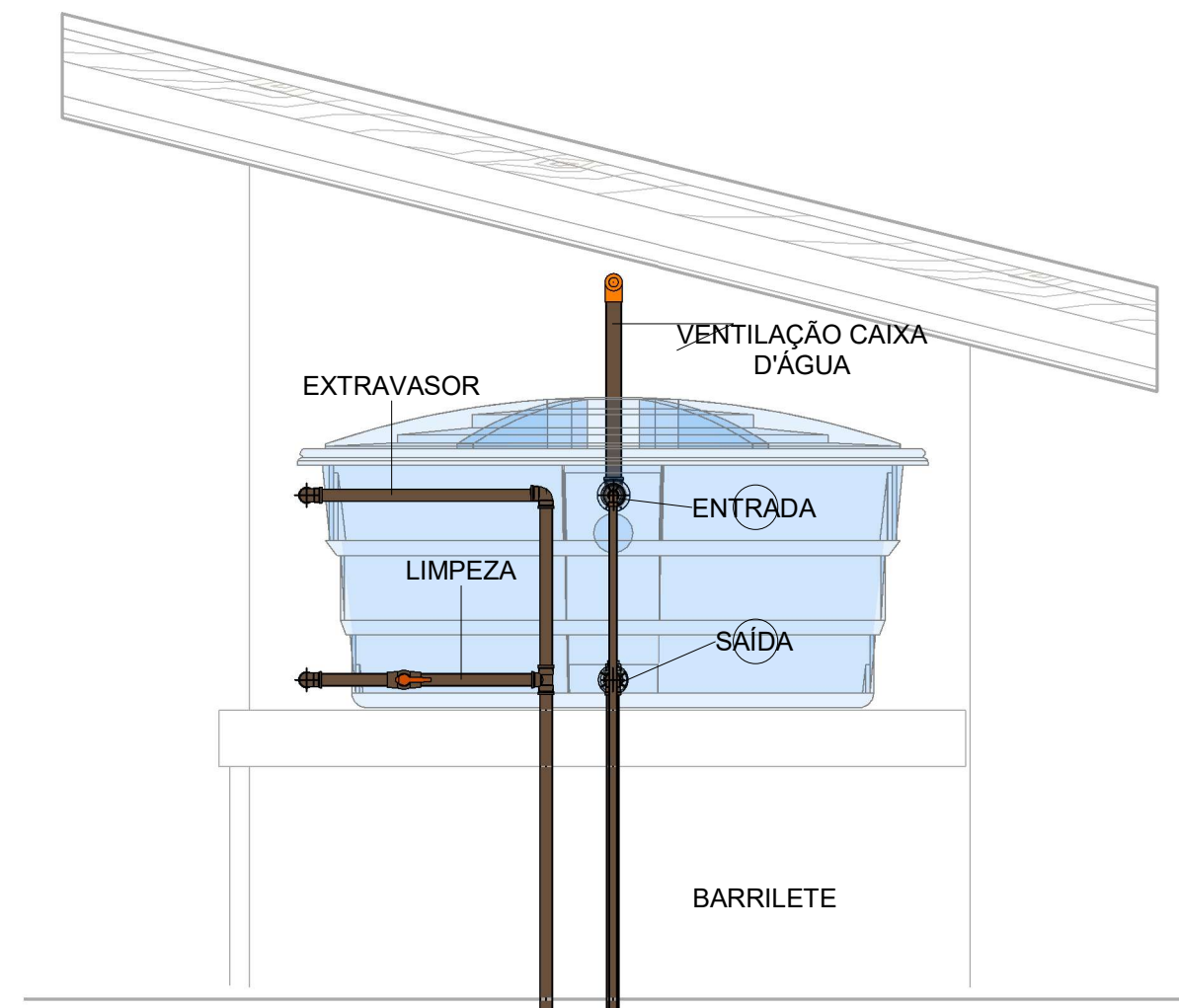
Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

A131

Escala 1 : 50



1 Corte AA Caixa D'água
1 : 25



2 Corte BB Caixa D'água
1 : 20



AUTODESK®

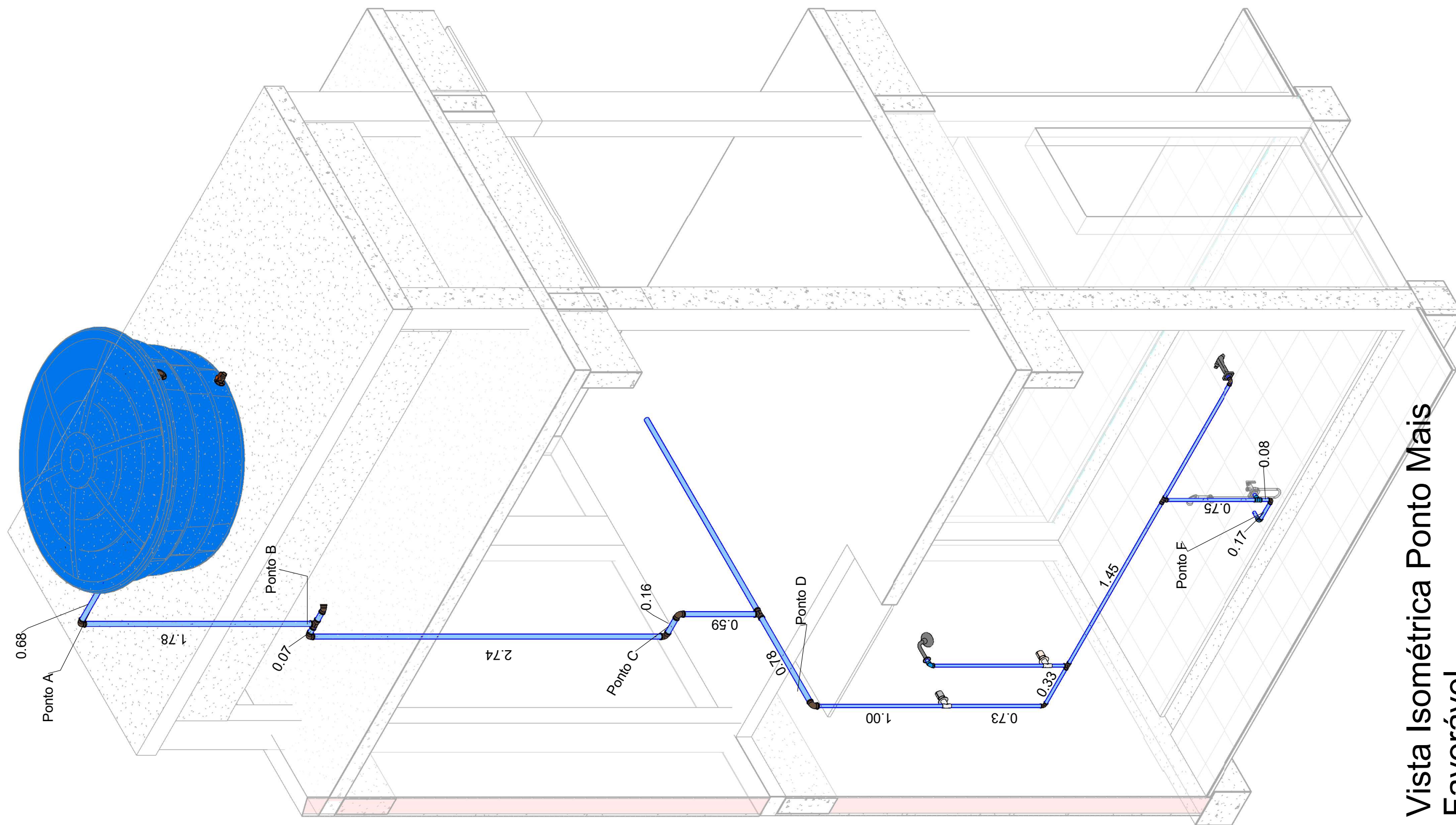
www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Cortes Caixa D'água			
Número do projeto	0000	A124	
Data	05/11/2019		
Desenhadas por	Autor		
Verificado por	Verificador	Escala	1:20 Como indicado



Vista Isométrica Ponto Mais

1 Favorável

1:25



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

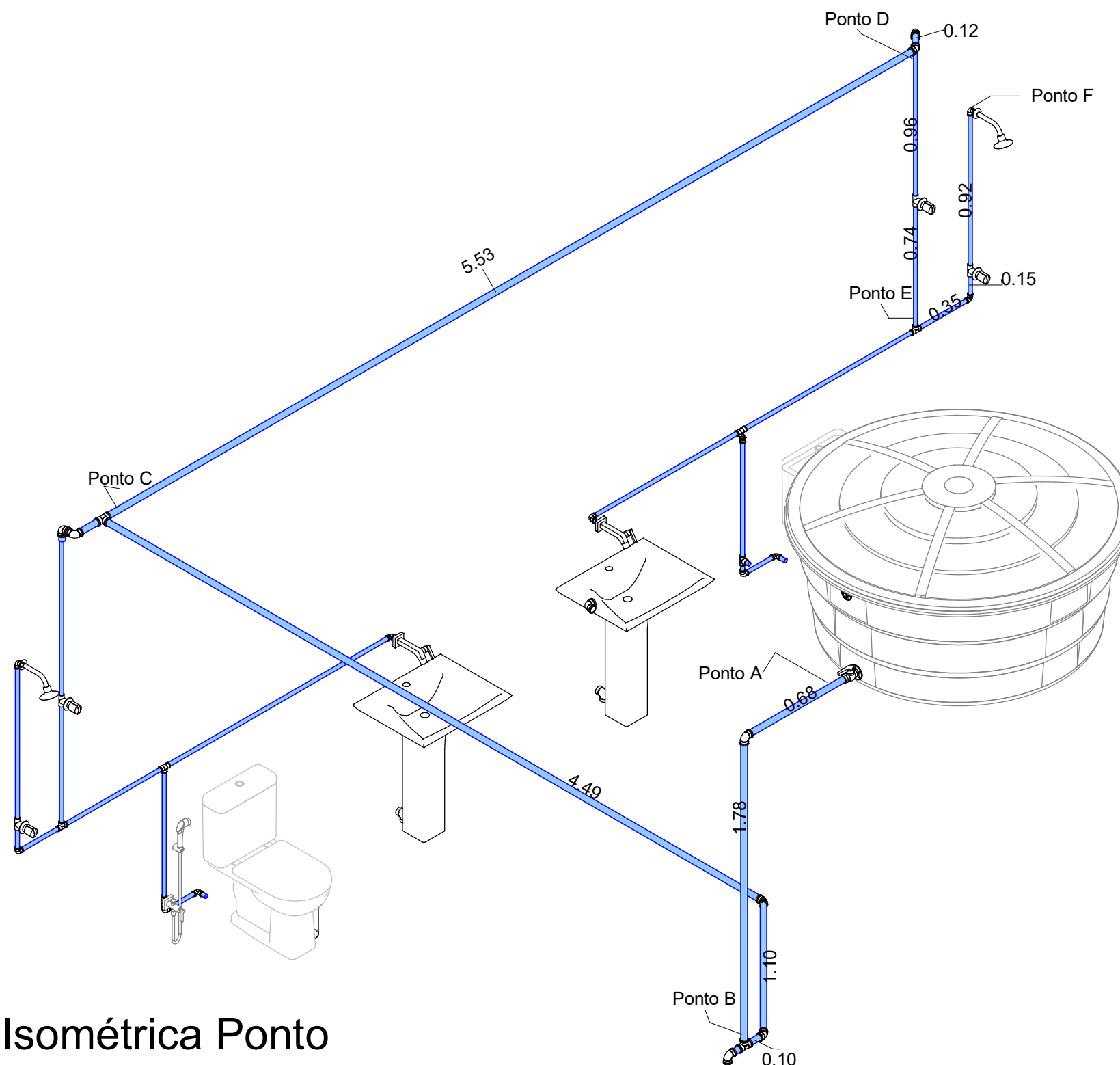
Casa Dois Pavimentos

Ponto Mais Favorável

Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

A132

Escala 1:25



1 Vista Isométrica Ponto Menos Favorável
1:25



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Ponto Menos Favorável

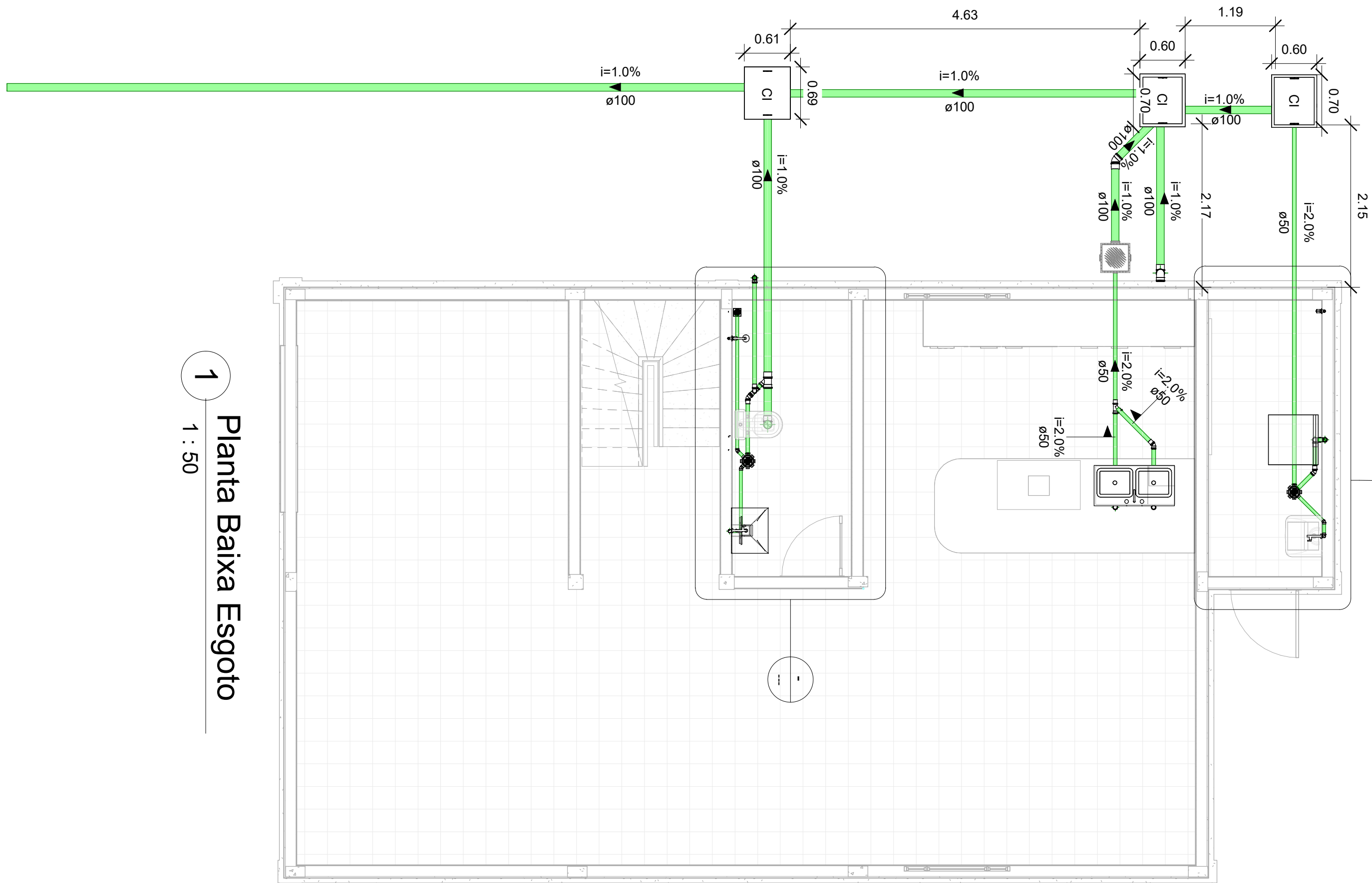
Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

A133

Escala 1:25

1
1 : 50

Planta Baixa Esgoto



1
A128

**AUTODESK**
www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Planta Baixa Esgoto Térreo		
Número do projeto	0000	A126
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Gilvam Barbosa	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 50

1 Planta Baixa Esgoto 1° Pavimento
1:50



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

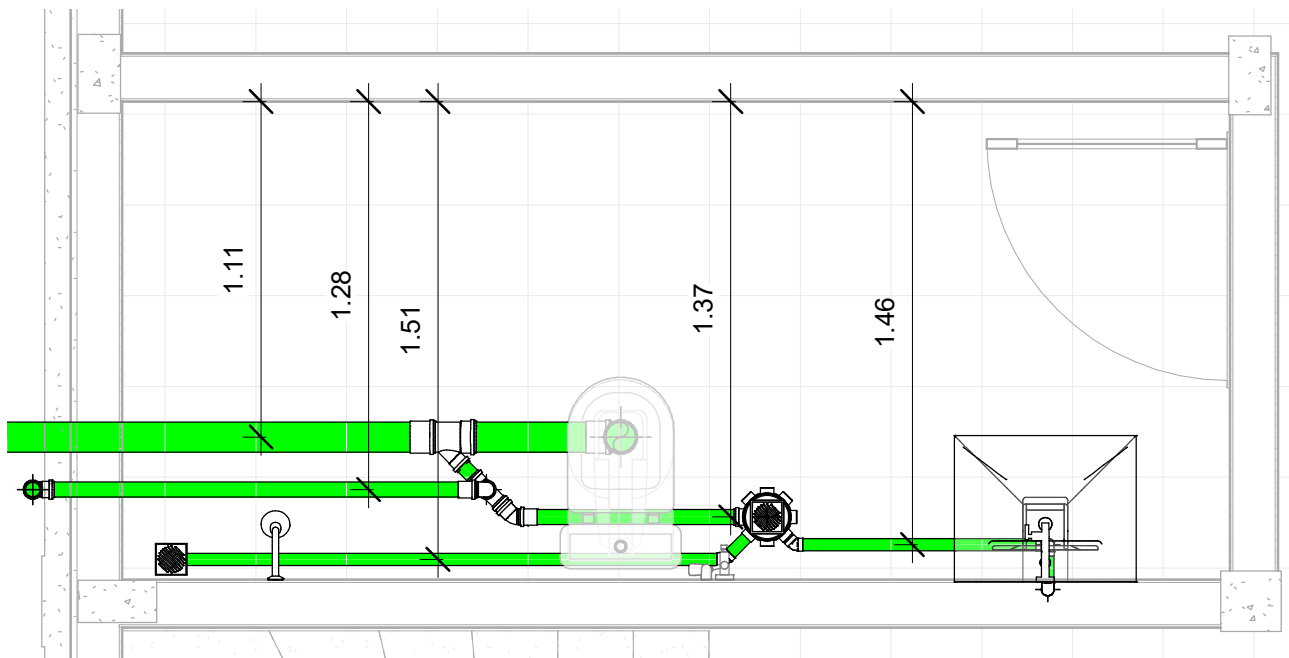
Casa Dois Pavimentos

Planta Baixa Esgoto 1° Pav

Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Gilvam Barbosa
Verificado por	Verificador

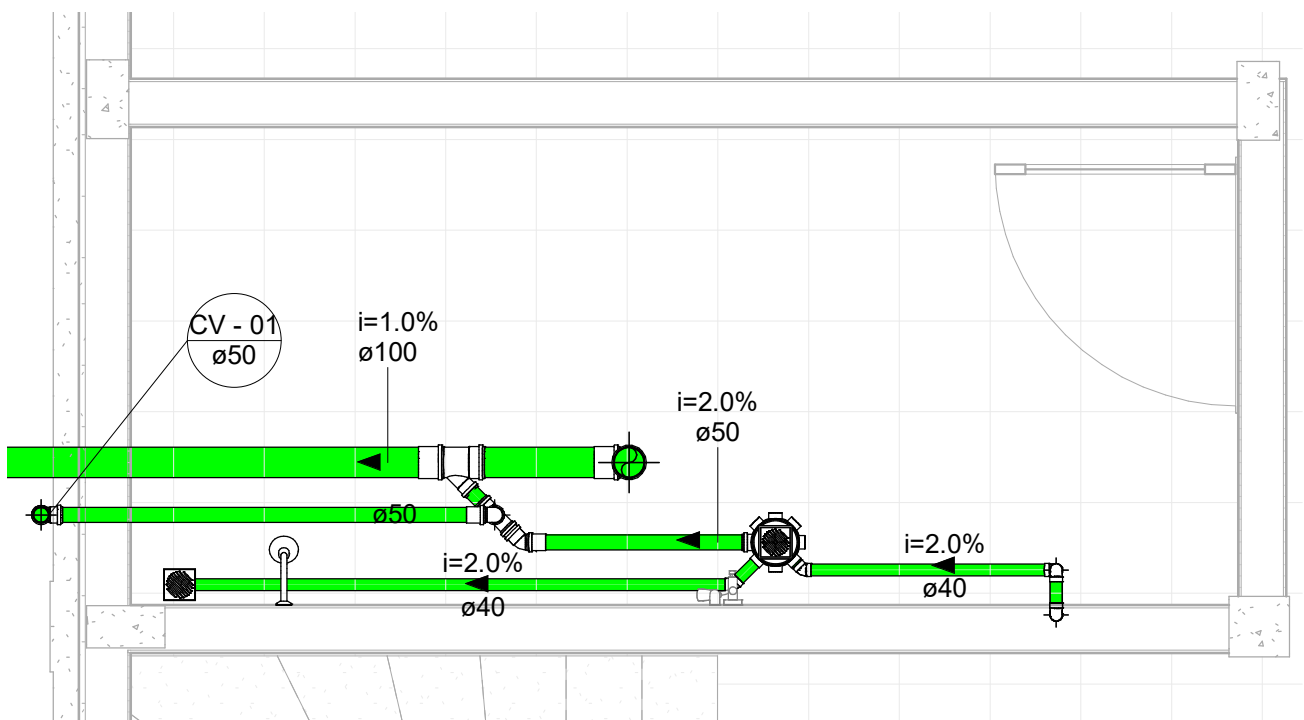
A129

Escala	1 : 50
--------	--------



2 WC Térreo Detalhe Esgoto

1 : 25



1 WC Térreo Detalhe Esgoto

1 : 25



www.autodesk.com/revit

Gilvam Barbosa
Casa Dois
Pavimentos

WC Térreo Detalhe Esgoto

Número do projeto 0000

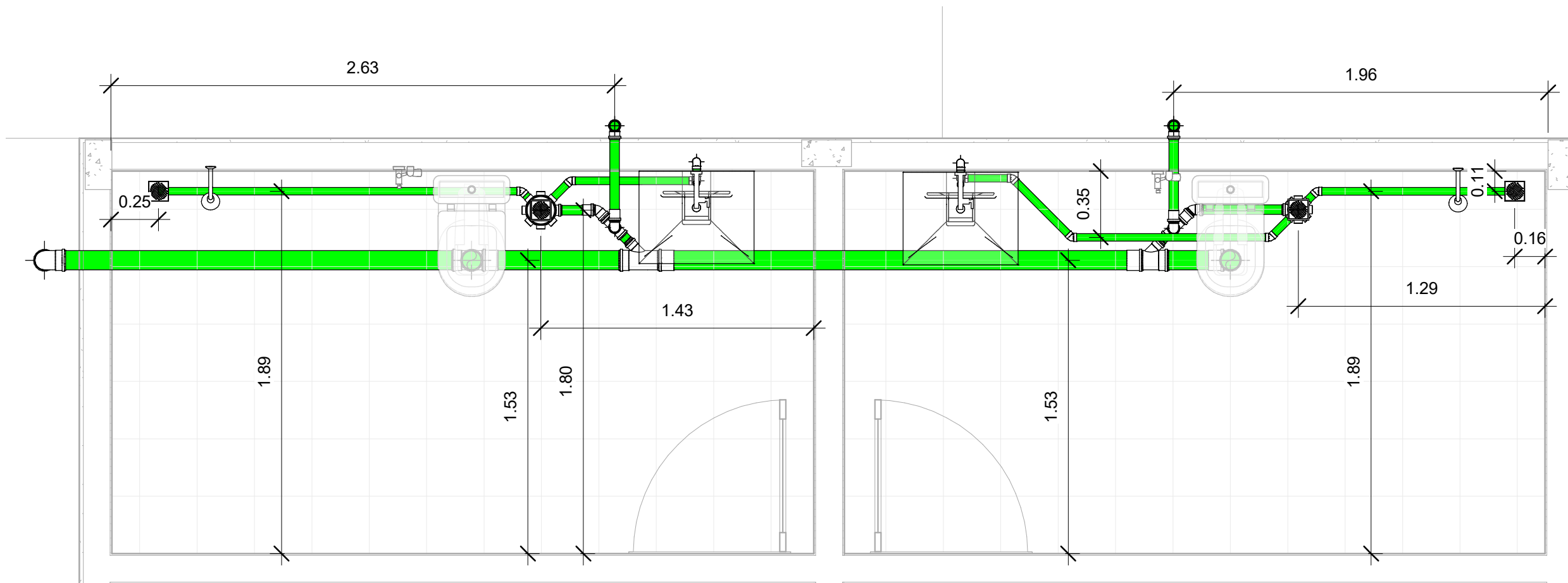
Data 05/11/2019

Desenhado por Gilvam Barbosa

Verificado por Verificador

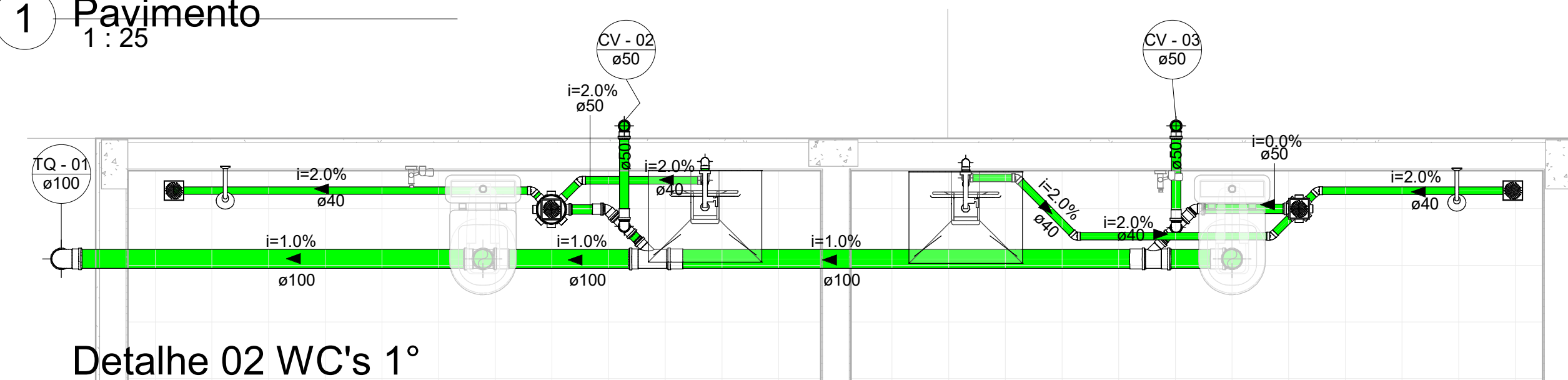
A127

Escala 1 : 25



Detalhe 01 WC's 1°

1 Pavimento
1 : 25



Detalhe 02 WC's 1°

2 Pavimento
1 : 25

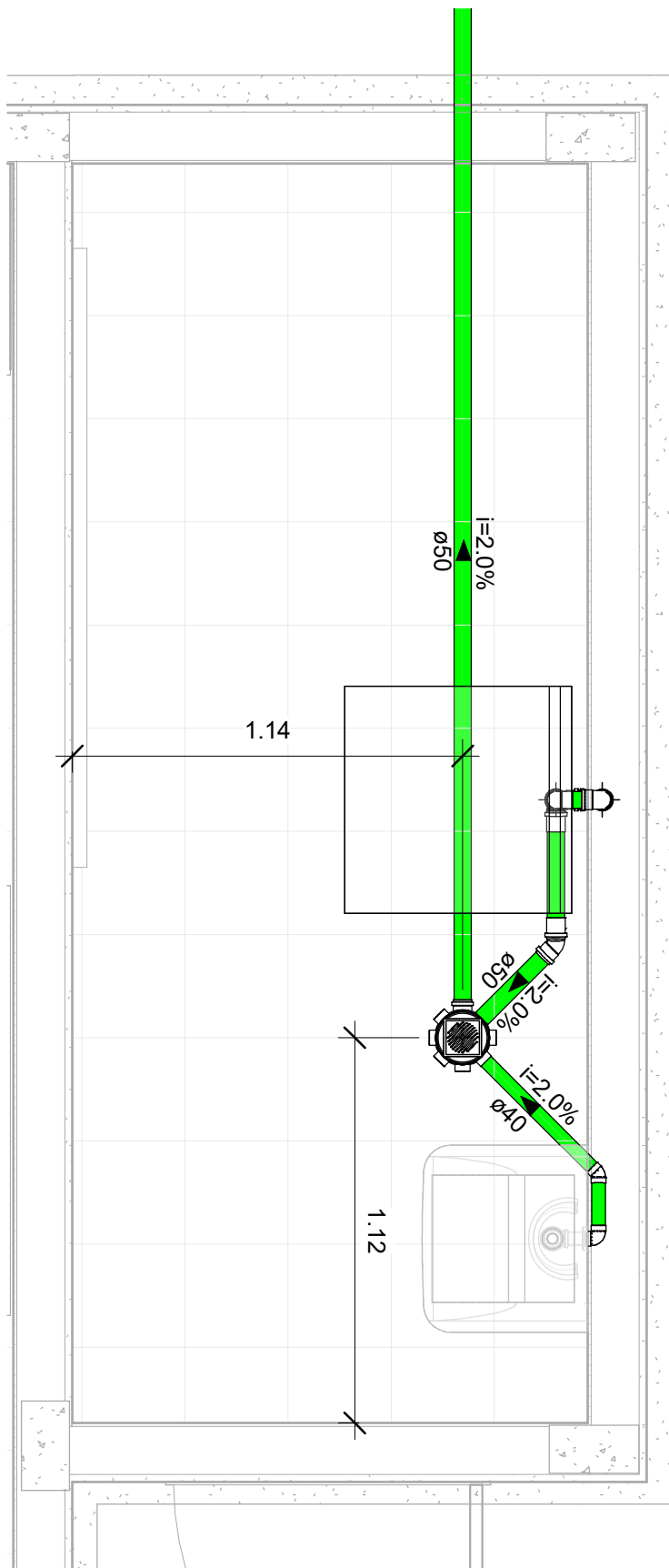
**AUTODESK**
www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Detalhes WC's 1° Pavimento		
Número do projeto	0000	A130
Data	05/11/2019	
Desenhadas por	Gilvam Barbosa	
Verificado por	Verificador	
Escala		1 : 25



1 1 : 20 Detalhe Esgoto Lavanderia



www.autodesk.com/revit

Gilvam Barbosa
Casa Dois
Pavimentos

Detalhe Esgoto Lavanderia

Número do projeto 0000

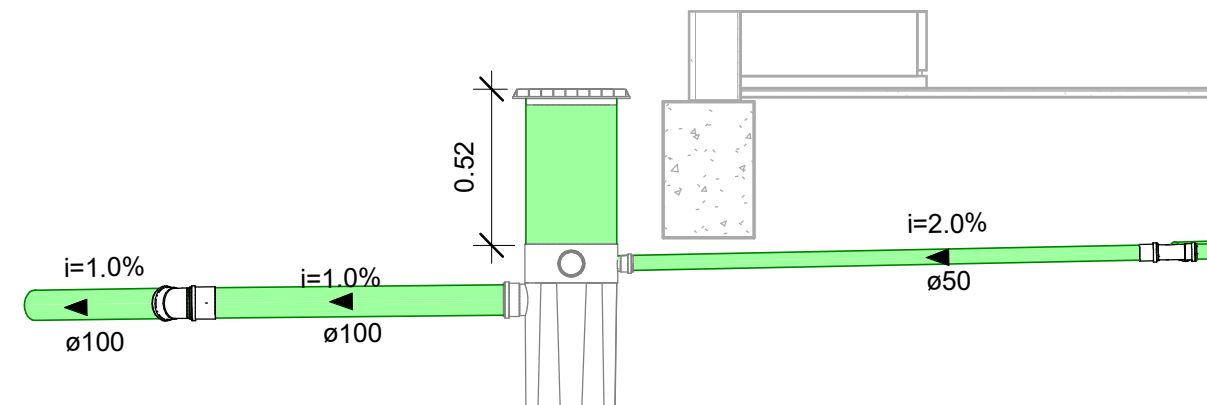
Data 05/11/2019

Desenhado por Gilvam Barbosa

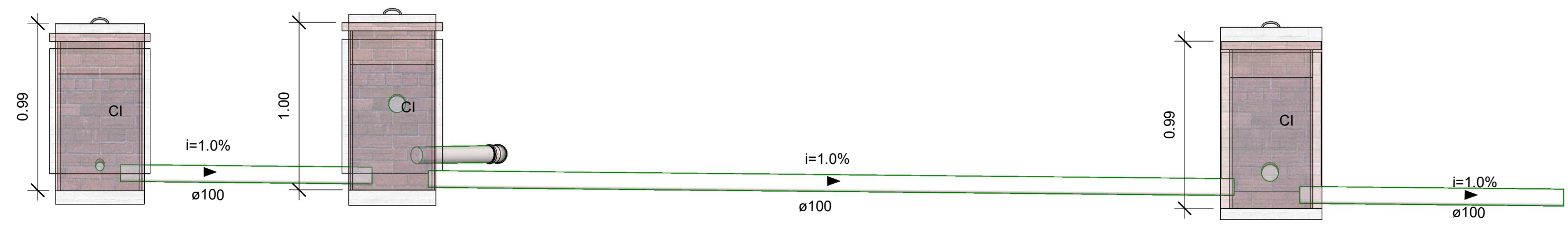
Verificado por Verificador

A128

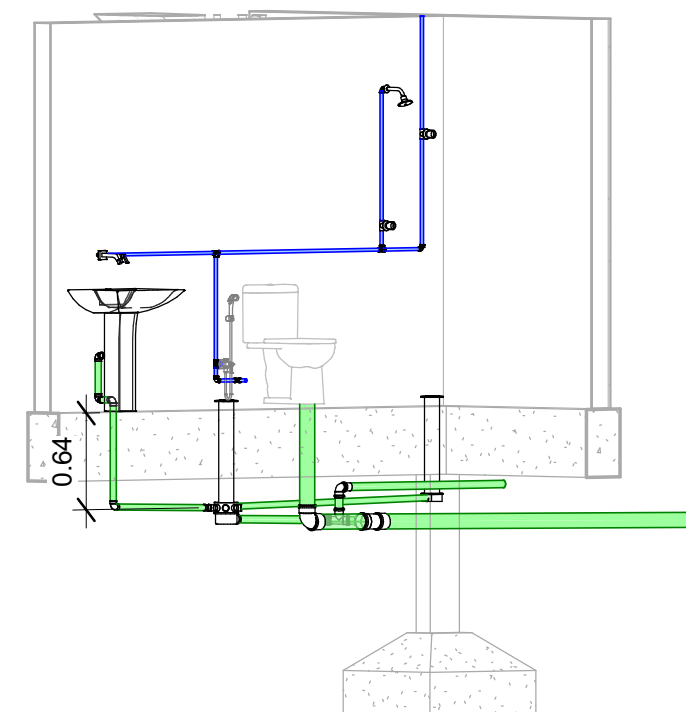
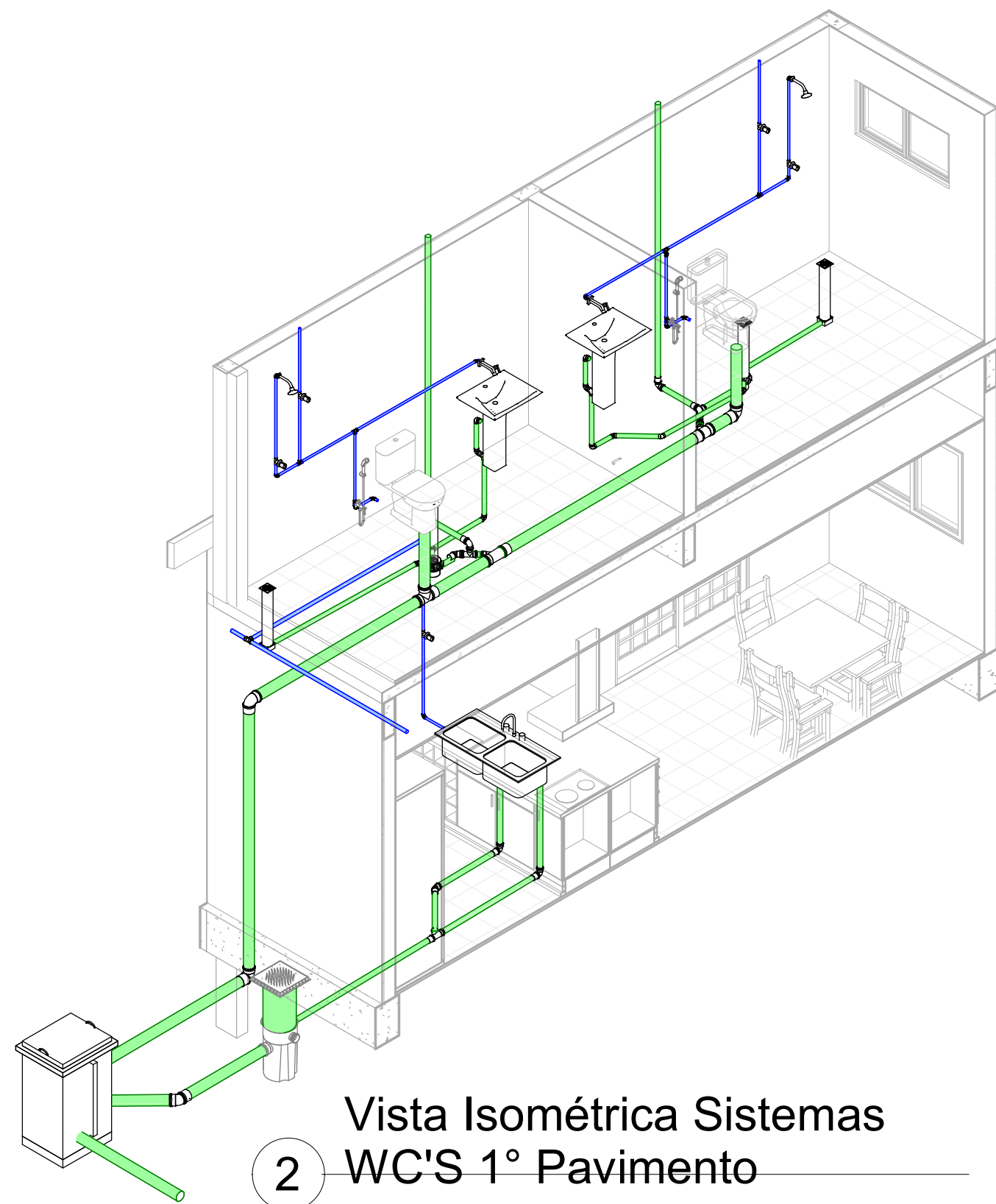
Escala 1 : 20



2 Caixa de gordura
1:25



1 Caixas de inspersção
1:25



www.autodesk.com/revit

Número	Descrição	Data

Gilvam Barbosa

Casa Dois Pavimentos

Sistemas Coexistindo

Número do projeto	0000
Data	05/11/2019
Desenhadas por	Autor
Verificado por	Verificador

A136

Escala