

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

BIANCA ENDRES DA SILVA

Uso do *Revit*® na modulação de uma casa sustentável

São Carlos - SC

2022

BIANCA ENDRES DA SILVA

Uso do *Revit*® na modulação de uma casa sustentável

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia Civil
do Campus São Carlos do
Instituto Federal de Santa
Catarina para a obtenção
do diploma de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Anderson
Renato Vobornik Wolenski
Coorientador: Sérgio
Parizzoto Filho

São Carlos - SC

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Silva, Bianca Endres da
Uso do Revit® na modulação de uma casa sustentável /
Bianca Endres da Silva; orientação de Anderson Renato
Vobornik Wolenski; coorientação de Sérgio Parizzoto
Filho. - São Carlos, SC, 2022.
48 p.

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

1. Edificações. 2. Sustentabilidade. 3. Bloco de
Terra Comprimida. I. Renato Vobornik Wolenski, Anderson.
II. Parizzoto Filho, Sérgio. III. Instituto
Federal de Santa Catarina. IV. Uso do Revit® na
modulação de uma casa sustentável.

BIANCA ENDRES DA SILVA

Uso do *Revit*® na modulação de uma casa sustentável

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Engenharia Civil, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

São Carlos - SC, 05, Dezembro de 2022.

Prof. Anderson Renato Vobornik Wolenski, Dr.

Orientador

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus São Carlos

Prof. Sérgio Parizotto Filho, Me.

Orientador

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Florianópolis

Prof. Ana Paula Antonello Sieg, Me.

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus São Carlos

Prof. Cassio Alexandre Bariviera, Me.

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus São Carlos

Este trabalho é dedicado à minha mãe Nelci Endres
pelo apoio incondicional que me
auxiliou durante minha
trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor do meu destino e meu guia. Por conceder-me saúde para realizar este trabalho, por todas as vitórias e superações alcançadas durante esta jornada, tais recordações levarei pelo resto da minha vida.

Agradeço à minha família, em especial minha mãe Nelci por todo o apoio e força, para que eu continuasse forte nesta jornada.

Agradeço aos professores orientadores, que sempre estiveram disponíveis e dispostos a ajudar, que mostraram cada passo, desde o início desta pesquisa.

Aos demais professores que sabiamente ajudaram-me na construção do conhecimento, necessário à minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A construção civil traz consigo uma série de benefícios, tanto no âmbito social como econômico, porém é reconhecida por deflagrar impactos ambientais em suas execuções, sendo notória a importância de atribuir o desenvolvimento de atividades mais adequadas aos princípios da construção sustentável. A busca da sustentabilidade na construção civil está cada vez mais presente e o constante interesse e conscientização apontam para uma grande relevância na adoção de novas práticas construtivas, visto que a construção tradicional e o consumo excessivo de materiais gerando o desperdício ainda continuam presente, ou seja, a construção civil, é um setor que agride o meio ambiente, e repensar os diferentes modos de construir é de suma importância para reduzir os impactos ambientais. A construção considerada sustentável é aquela na qual utiliza técnicas ou materiais ecológicos, ou seja, é comprometida com o desenvolvimento sustentável. Com o intuito de contribuir para o meio ambiente em busca da sustentabilidade, a casa sustentável conhecida como uma casa de baixa impacto ambiental é projetada e construída com materiais que contribuem para a sustentabilidade, além de acoplar diversos itens para minimizar tais impactos, como a captação de águas pluviais, reuso da água coletada, tratamento do esgoto com biodigestor, vala de evapotranspiração, módulos solares e o uso de materiais naturais, como o Bloco de Terra Comprimida (BTC). Desta forma, o projeto casa sustentável tende a possibilitar o desenvolvimento de um projeto de alvenaria modular com BTC utilizando o *software Autodesk Revit®*, acoplando diversos itens, para um estudo imprescindível no aspecto ambiental, social e econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Edificações. Sustentabilidade. Bloco de Terra Comprimida.

ABSTRACT

Civil construction brings with it a series of benefits, both in the social and economic spheres, but it is recognized for triggering environmental impacts in its executions, being notorious the importance of attributing the development of activities more adequate to the principles of sustainable construction. The pursuit of sustainability in civil construction is increasingly present and the constant interest and awareness point to a great relevance in the adoption of new constructive practices, since traditional construction and the excessive consumption of materials generating waste are still present, that is, civil construction, is a sector that harms the environment, and rethinking the different ways of building is of paramount importance to reduce environmental impacts. Construction considered sustainable is one in which it uses ecological techniques or materials, that is, it is committed to sustainable development. In order to contribute to the environment in pursuit of sustainability, the sustainable house known as a low environmental impact house is designed and built with materials that contribute to sustainability, in addition to coupling several items to minimize such impacts, such as capturing of rainwater, reuse of collected water, sewage treatment with biodigester, evapotranspiration ditch, solar modules and the use of natural materials, such as Compressed Earth Block (BTC). In this way, the sustainable house project tends to enable the development of a modular masonry project with CEB using the Autodesk Revit® software, coupling several items, for an essential study in the environmental, social and economic aspect.

Keywords: Buildings. Sustainability. Compressed Earth Block.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Resultado Tríplice	18
Figura 02 - <i>Building Information Modeling</i> - BIM	19
Figura 03 - Revestimento Tijolo Ecológico x Tijolo Convencional	21
Figura 04 - Fluxograma - Estratégia de Pesquisa x Programa de Necessidades	25
Figura 05 - Criação Família BTC	26
Figura 06 - Extrusão	27
Figura 07 - Famílias BTC	27
Figura 08 - Criação e Configuração dos Níveis	28
Figura 09 - Carregamento Família BTC	29
Figura 10 - Distribuição dos Blocos	30
Figura 11 - Amarração dos Blocos	30
Figura 12 - 1ª e 2ª Fiada	31
Figura 13 - Viga Canaleta	32
Figura 14 - Laje e Concretagem	32
Figura 15 - Grautes	33
Figura 16 - Sistema Estrutural	33
Figura 17 - Perspectiva Modular	34
Figura 18 - Modulação Finalizada	34
Figura 19 - Vínculo Projeto BTC	35
Figura 20 - Isométrico Banheiro	36
Figura 21 - Reservatórios	37
Figura 22 - Cisterna	38
Figura 23 - Sistema de Esgoto	40
Figura 24 - Vala de Evapotranspiração	40
Figura 25 - Quadro Parcial de Luz e Força	41
Figura 26 - Módulos Solares	42
Figura 27 - Posicionamento Módulos Solares	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Orçamento

44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTC – Bloco de Solo Cimento

BIM – Building Information Modeling

NBR – Norma Brasileira

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivo específico	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Sustentabilidade na Construção Civil	17
2.2 Building Information Modeling (BIM)	18
2.3 Casa Sustentável	20
2.3.1 Bloco de Terra Comprimida (BTC)	20
2.3.2 Sistema Hidrossanitário	21
2.3.3 Módulos Solares	22
3 METODOLOGIA	24
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	26
4.1 Criação das Famílias e Modelagem do Método Construtivo	26
4.2 Criação e configuração dos níveis	28
4.3 Carregamento das famílias BTC	29
4.4 Primeira e Segunda fiada	29
4.5 Canaletas, Blocos Corte ao Meio e Grautes	31
4.6 Modulação Finalizada	33
4.7 Projeto Hidrossanitário - Vínculo Revit	34
4.8 Água Fria	35
4.9 Cisterna	38
4.10 Esgoto	39
4.11 Vala de Evapotranspiração	40
4.12 Projeto Elétrico	41
4.13 Orçamento	43
5 CONCLUSÃO	45

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, vindo à transformação do cenário de diversos centros de investimento. E caracteriza-se como um setor em constante crescimento com grande potencial em geração de empregos.

O constante crescimento deste ramo, em suas mais variadas aplicações, traz consigo uma série de impactos positivos, bem como negativos, em virtude de ser um setor degradante de impactos ambientais que podem ser observados em todas as suas etapas produtivas.

A engenharia vem empreendendo conquistas cada vez mais surpreendentes, através do emprego de vários recursos e o apuramento das técnicas, as possibilidades de se trabalhar com formas e dimensões promovem construções arquitetônicas cada vez mais ousadas. Apesar da constante inovação tecnológica, as estruturas convencionais de alvenaria ainda são as mais utilizadas no Brasil, porém sua operação gera um grande desperdício de materiais.

Visando a implementação de novas tecnologias o *software Autodesk Revit®*, permite a criação de arquivo *template* para o desenvolvimento de projetos de alvenaria modular com Blocos de Terra Comprimida (BTC), conhecido comumente como Tijolo Ecológico, que está ligado ao desenvolvimento sustentável sendo definido pela NBR 10833 (ABNT, 2012) como um componente de alvenaria constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland e água.

Segundo Abadia e Cruz (2017) as construções sustentáveis são aquelas que se preocupam com a redução e otimização dos materiais, água e energia, bem como com a redução dos resíduos gerados, sendo assim, é comprometida com o desenvolvimento sustentável, com o intuito de respeitar a natureza e o meio ambiente.

Neste contexto, o presente trabalho busca como objetivo visar à sustentabilidade, em um projeto arquitetônico desenvolvido no *Autodesk Revit®*, com uso do sistema construtivo de Bloco de Terra Comprimido (BTC), além de pensar em questões relacionadas ao ciclo de vida da obra visando os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um projeto arquitetônico utilizando o *software Autodesk Revit®*, visando a otimização da tecnologia para aproveitamento da luz solar e água da chuva, do desenvolvimento de um projeto de esgoto para reutilização da água cinza em uma vala de evapotranspiração, além do uso do sistema construtivo com Bloco de Terra Comprimida (BTC).

1.1.2 Objetivo específico

Como objetivos específicos, podemos elencar os seguintes:

- Desenvolver famílias de BTC, visando a modulação através do *software Autodesk Revit®*;
- Aplicar estratégias para o conforto ambiental, eficiência energética e gestão da água.
- Projeção de módulos solares importantes para a economia de energia;
- Projeção de uma cisterna para captação e reaproveitamento da água da chuva;
- Projeção do sistema de esgoto utilizando biodigestor, leito de secagem e vala de evapotranspiração, buscando alternativas mais sustentáveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o desenvolvimento da construção civil, é notório que a Engenharia Civil vem empreendendo conquistas cada vez mais surpreendentes, desta forma, é necessária a implementação de novas tecnologias, com o intuito de obter melhor produtividade, além de pensar em um sistema construtivo que promove alterações conscientes, ou seja, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo dessa forma uma qualidade de vida melhor.

A modelagem da informação da construção ou BIM (em inglês *Building Information Modeling*) é um processo tecnológico, que representa as características físicas e funcionais de uma edificação, além disso, é um processo inovador para os empreendimentos, buscando trazer uma comunicação completa entre os vários especialistas envolvidos em um projeto, proporcionando a cada um a visualização do projeto em diferentes perspectivas.

De acordo com Nunes (2017) o BIM são *softwares* de dados em formato digital, que possibilita a criação de um modelo visual 3D, proporcionando a facilidade na visualização do resultado final. Já Menegaro e Piccinini (2017) explicam que o BIM é uma metodologia com o intuito de integrar os projetos e projetistas, contribuindo na redução de custos gerados nas obras.

Visando a implementação de novas tecnologias o *software Autodesk Revit®*, permite a criação de arquivo *template* para o desenvolvimento de projetos de alvenaria modular com Blocos de Terra Comprimida (BTC), conhecido comumente como Tijolo Ecológico, que está ligado ao desenvolvimento sustentável. Por isso, o BTC é também conhecido como bloco de solo-cimento, sendo definido pela NBR 10833 (ABNT, 2012) como um componente de alvenaria constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland e água.

Segundo Motta *et al.* (2014), o BTC possui como vantagem a utilização de matéria prima natural de alta disponibilidade e de baixo custo, devido o solo ser o componente que entra em maior quantidade na mistura.

Diante das possibilidades de modulações, o presente trabalho busca englobar o conceito de modelagem de informação da construção (BIM), além do desenvolvimento de um projeto arquitetônico utilizando o *software Autodesk Revit®*, para um sistema construtivo de BTC, a partir da proposta de uma residência unifamiliar modelo, utilizando a modulação em BTC, bem como incorporar diversos

itens de acordo com os princípios ecológicos.

2.1 Sustentabilidade na Construção Civil

O conceito de sustentabilidade vem sendo cada vez mais debatido e na construção civil é uma tendência crescente no mercado, visto que a sustentabilidade está ligada ao desenvolvimento sustentável e é formada por estratégias e atitudes ecológicas e economicamente viáveis. Além disso, a sustentabilidade é alcançada através de um equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e os seus recursos, minimizando os impactos ambientais.

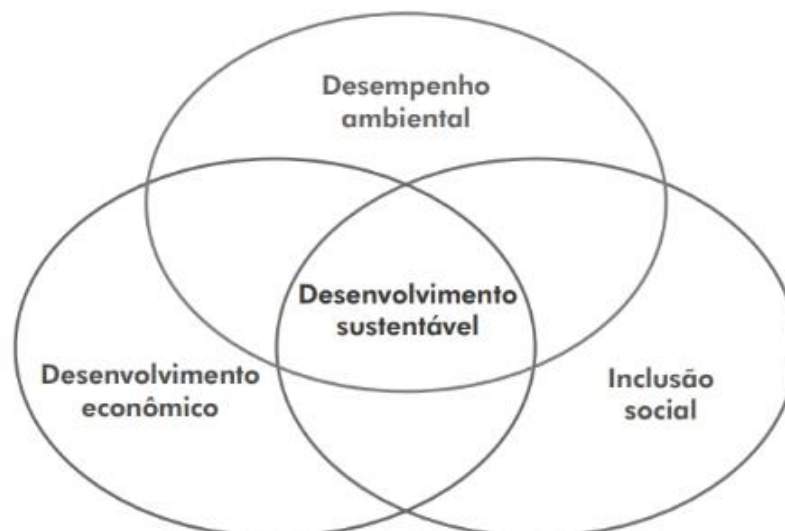
A construção sustentável utiliza técnicas ou materiais ecológicos, contudo, é comprometida com o desenvolvimento sustentável, com o intuito de respeitar a natureza e o meio ambiente. Segundo Keeler e Burke (2010), para uma edificação torna-se sustentável, é necessário solucionar mais que um impacto ambiental, como minimizar a questão dos resíduos de construção e demolição (RCD's), buscar a eficiência na questão de utilização dos recursos naturais, tornar o ambiente interno saudável e buscar a conservação da energia.

Segundo Corrêa (2009), o método construtivo adequado também contribui na busca da sustentabilidade, como a reutilização dos materiais ou uso dos materiais voltados à sustentabilidade.

O autor ainda destaca que o projeto é um dos elementos fundamentais para o processo de uma construção, portanto é o elemento gerador da racionalização da construção, englobando a qualidade e a sustentabilidade da obra final. Nele são estabelecidas as técnicas construtivas e os materiais utilizados.

A sustentabilidade na construção civil é um padrão de construção cada vez mais utilizado nas construtoras. Levando em consideração o objetivo de reduzir as despesas, assim como reduzir os impactos ambientais causados, ou seja, a sustentabilidade baseia-se em três pilares: econômico, social e ambiental. Com base nos três pilares, Keeler e Burke (2010) destacam que tais marcadores devem andar em harmonia para o bem estar da construção, tornando-a competitiva frente ao mercado e obtendo resultados econômicos positivos, além de desenvolver ações socialmente sustentáveis, engajar-se com a comunidade e produzir sua matéria prima de uma maneira ambientalmente correta.

Figura 01: Resultado Tríplice



Fonte: KEELER e BURKE (2010).

2.2 Building Information Modeling (BIM)

A modelagem da informação da construção ou BIM (em inglês *Building Information Modeling*) permite o desenvolvimento de empreendimentos que apresentam diferenças á aqueles executados com o uso do *software AutoCAD®*, devido à possibilidade de criação de um modelo visual 3D, na qual proporciona uma visualização do resultado final, além de ser uma metodologia com o intuito de integrar os projetos e projetistas, a fim de reduzir custos gerados nas obras.

Segundo Netto (2015) o conceito BIM engloba a ideia de construir ou modelar um edifício virtual, antes mesmo de construí-lo definitivamente, diante disso, o modelo eletrônico se torna um banco de dados com o intuito de permitir a simulação real de um protótipo de construção verdadeira.

Visando a implementação de novas tecnologias, o *software Autodesk Revit®* é uma ferramenta que utiliza o conceito BIM, possibilitando ao usuário extrair diversas informações para a construção do projeto, como por exemplo, analisar o edifício de qualquer ponto, verificar a quantidade de elementos necessários à construção, bem como simular a construção e analisar os custos em cada etapa do projeto.

Para Zimmermann *et al.* (2016) o *Revit®* trabalha em conjunto com a filosofia BIM, com o objetivo de ser utilizado nas etapas de desenvolvimento dos projetos e gerenciamento de orçamento das edificações.

Figura 02: *Building Information Modeling - BIM*

Fonte: Mais Engenharia (2020).

O software *Autodesk Revit®*, na qual a palavra *Revit* significa *Revise Instantly* (em português *Revise Instantaneamente*) permite trabalhar com elementos construtivos, nas quais possuem suas características definidas nas propriedades, além das suas formações geométricas e comportamento em relação a outros elementos construtivos.

Os objetos disponíveis no *Revit®* pertencem a uma família que está vinculada às categorias. As categorias são os objetos de anotações do projeto, como os textos ou cotas, e também os elementos construtivos, como paredes, vigas, pilares, entre outros. Ao instalar o programa, algumas famílias já são criadas, que são chamadas de Famílias do Sistema, essas famílias são fixas, ou seja, não há a possibilidade de exclusão, porém caso deseje efetuar qualquer alteração, a mesma deverá ser duplicada, sendo possível criar outros tipos a partir da existente.

A compreensão da manipulação das famílias é de suma importância, pois além das Famílias do Sistema, o programa permite carregar um arquivo externo de família ou até mesmo carregar uma família específica de um fabricante através do *download* via *web* ou comercializada, que são chamadas de Famílias RFA (carregáveis).

O software possibilita também a criação de novas famílias, chamadas de Famílias Modeladas, que são criadas no arquivo do projeto, ou seja, é possível efetuar a modulação com as dimensões e designs específicos desejados, como por exemplo, permite o desenvolvimento de projetos de alvenaria modular, dentre estes, tem se destacado a possibilidade de modulação de Blocos de Terra Comprimida (BTC).

2.3 Casa sustentável

A casa sustentável consiste em buscar a preservação do meio ambiente e consequentemente reduzir os impactos ambientais.

Para Gritti e Landini (2010) a casa sustentável deve ser iniciada na concepção do projeto, além disso, a escolha dos materiais deve ser voltada a durabilidade e que cause impacto mínimo. Os autores ainda destacam que a sustentabilidade da obra possui responsabilidade por tudo que se consome, gera, processa ou descarta, ou seja, é necessário planejar e prever o desenvolvimento da construção.

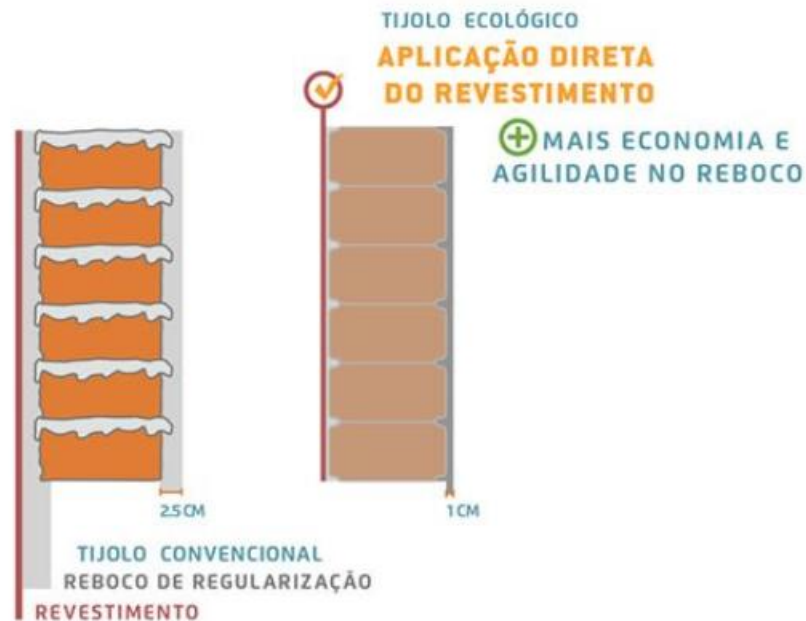
De acordo com Silva *et al* (2017), a casa sustentável se associa cada vez mais a capacidade de inovação, utilizando materiais e tecnologias que não agredem o meio ambiente, bem como deve ser projetada para a racionalização do uso da energia, aproveitamento da água da chuva, além de criar ambientes saudáveis utilizando materiais que promovem um bom isolamento térmico e acústico.

2.3.1 Bloco de Terra Comprimida (BTC)

Definido pela NBR 10833 (ABNT, 2012) o Bloco de Terra Comprimida é um componente de alvenaria constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento *Portland* e água, se tornando um produto ecologicamente correto.

Segundo Fiais e Souza (2016) para a fabricação do tijolo ecológico, não ocorre a queima em forno, consequentemente reduzindo a emissão de gases poluentes e diminuindo o descarte do material, visto que para sua execução é utilizado o bloco inteiro ou meio bloco, não sendo necessário o corte do tijolo, além de evitar desperdícios no seu assentamento e revestimento. Os autores ainda ressaltam que o tijolo ecológico possui encaixes e furos centralizados, com o intuito de passagem do sistema elétrico e hidráulico.

Figura 03: Revestimento Tijolo Ecológico x Tijolo Convencional



Fonte: ECOTERM (2022).

Durante o assentamento do BTC, ocorre a formação de dutos que permitem que o ar fique em constante movimento dentro das paredes, trazendo para o imóvel maior conforto, proporcionando um conforto térmico e isolamento acústico (FRAGA *et al.*, 2016).

Motta *et al.* (2014) articula que o Bloco de Terra Comprimida convém na economia da construção, visto que, os tijolos trazem para a obra uma redução de 20 a 40% comparado à construção convencional. Ainda de acordo com os autores, o BTC proporciona a economia de concretagem e argamassa, reduz em até 50% a utilização do ferro, bem como a redução da madeira para forma de vigas e pilares, bem como, a redução em 30% do tempo de construção.

Visto que a construção sustentável é aquela na qual utiliza técnicas e materiais ecológicos, a utilização de Blocos de Terra Comprimida (BTC), conhecido comumente como Tijolo Ecológico contribui com o desenvolvimento sustentável.

2.3.2 Sistema Hidrossanitário

O projeto hidrossanitário engloba o sistema de distribuição da água quente, água fria, esgoto e água pluvial.

Na elaboração do sistema hidráulico as recomendações são estabelecidas pela NBR 5626 (ABNT, 1998). Após a representação dos traçados da tubulação, é

importante identificar os pontos de água para alimentar os elementos de utilização, bem como os ramais de distribuição alocando todas as conexões para o melhor funcionamento da rede de água.

Voltado à utilização dos recursos naturais e em busca da sustentabilidade, o projeto hidrossanitário deve ser projetado para um sistema de captação e reaproveitamento da água da chuva. Neste contexto é importante enfatizar a instalação de uma cisterna ou grupo de cisternas, seguindo as exigências necessárias estabelecidas na NBR 10844 (ABNT, 1989), visto que além do reaproveitamento da água, trazem outros benefícios sociais, como a racionalização no uso da água, contribui para minimizar as enchentes, visto que a água que escoava dos telhados para a rede pluvial é captada e armazenada para consumo.

Já para o sistema sanitário, as recomendações são estabelecidas pela NBR 8160 (ABNT, 1999), onde o projeto representa o caminho na qual o resíduo doméstico percorre até chegar ao sistema de esgotamento. Buscando medidas ecologicamente corretas, o equipamento a ser utilizado para o tratamento de efluentes é o biodigestor, na qual realiza seu processo através de biodigestão anaeróbia.

Para Morais (2017) os resíduos gerados na biodigestão apresentam boa qualidade para o uso agrícola como fertilizantes. Desta forma a construção de uma vala de evapotranspiração permite a utilização dos efluentes gerados (água negra).

De acordo com Machado *et al.* (2020) a vala de evapotranspiração é um sistema de tratamento e reaproveitamento resíduos provenientes do sistema de esgoto, neste sistema ocorre a decomposição anaeróbia da matéria orgânica na qual é absorvida pelas raízes dos vegetais, contribuindo desta forma para a sustentabilidade.

2.3.3 Módulos Solares

Os módulos solares fotovoltaicos são dispositivos utilizados com o intuito de converter a luz do Sol em energia elétrica. Com base nisso, Silva *et al.* (2017) destacam que a energia gerada pelos módulos solares passa por um inversor solar, na qual altera a corrente contínua para corrente alternada e é conectada no quadro de luz, dessa forma a energia é utilizada para tudo o que está conectado na tomada.

Embora para a instalação dos módulos solares o custo seja elevado, é importante ressaltar que podem gerar energia suficiente para suprir a demanda da energia de uma edificação (ROAF; FUENTES; THOMAS, 2014). Os autores ainda destacam que o sistema é sustentável devido os módulos poderem evitar a emissão de CO₂ na atmosfera.

Pensando no desenvolvimento sustentável, para Nascimento (2020), os módulos solares são fontes de energia promissoras e atualmente é uma solução ideal no aspecto tecnológico, ambiental e econômico pensando ao longo da vida útil da construção.

3 METODOLOGIA

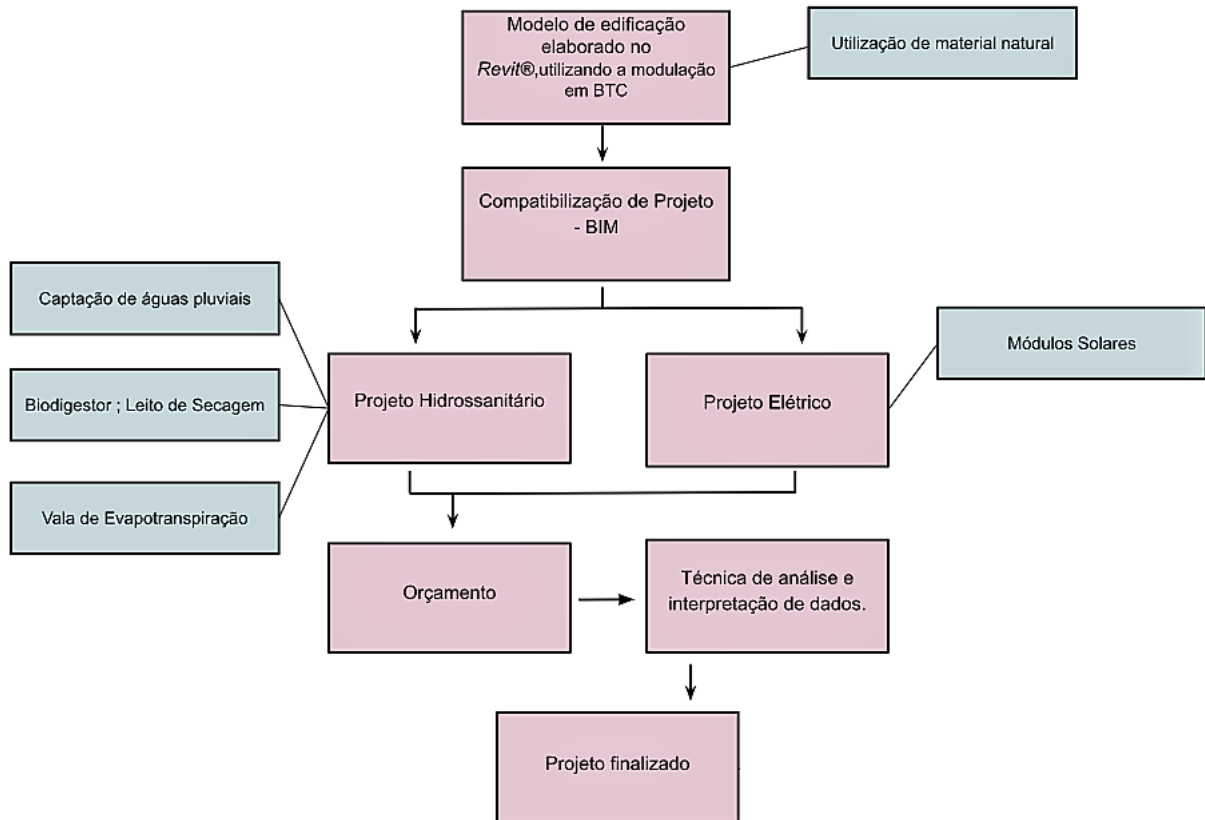
O projeto foi desenvolvido com base em pesquisas bibliográficas a materiais técnicos, como normas e livros, e as legislações vigentes, como leis federais, estaduais e municipais, visando estar em conformidade com os parâmetros técnicos e legais. Citam-se como normas norteadoras do presente trabalho, as seguintes Normas Brasileira Regulamentadora (NBRs): 5410 (2004) Instalações Elétricas de Baixa Tensão; 5626 (1998) Instalação Predial de Água Fria; 8160 (1999) Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário - Projeto e Execução; 8491 (2012) Tijolo de Solo Cimento - Requisitos; 8492 (2012) Tijolo de Solo Cimento; 10833 (2012) Fabricação de Tijolo e Bloco de Solo-Cimento; 10844 (1999) Instalações Prediais de Águas Pluviais; 10899 (2020) Energia Solar Fotovoltaica. Além da utilização do Caderno de Especificações de Projetos em Bim (2018).

Depois de realizada as pesquisas bibliográficas, iniciou-se a elaboração de um modelo de edificação tendo em vista a modulação em BTC desenvolvido no *software Autodesk Revit®*, mediante os parâmetros técnicos e legais, e utilização dos conceitos de desenho arquitetônicos previamente obtidos pela pesquisa bibliográfica, além de acoplar diversos itens para minimizar os impactos ambientais, como a captação de águas pluviais, reuso da água coletada, tratamento do esgoto com biodigestor, vala de evapotranspiração e módulos solares.

É de suma importância durante a fase de elaboração do projeto, incorporar a modelagem da informação da construção, visto que o BIM apresenta resultados promissores, com o intuito de possibilitar a colaboração de diferentes profissionais durante a viabilidade do projeto, bem como seu planejamento, execução e operação da construção. Convém lembrar a importância de desenvolver a estratégia de pesquisa, bem como o programa de necessidades com o intuito de identificar o problema e como a edificação poderá solucionar.

Neste sentido, no Fluxograma da Figura 04 pode-se observar como as estratégias de pesquisa foram pensadas para elaboração do projeto, iniciando com a modulação em BTC utilizando o *software Autodesk Revit®* e compatibilizando a arquitetura com a modelagem estrutural, após seguindo para a elaboração do projeto hidráulico, elétrico, elaboração do orçamento, finalizando com as análises e interpretação de dados.

Figura 04: Fluxograma - Estratégia de pesquisa x Programa de Necessidades



Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia deste trabalho, portanto, pautou-se na utilização da modelagem BIM, aliada ao emprego de diferentes técnicas, materiais e sistemas construtivos, tais como a captação de águas pluviais, reuso da água coletada, tratamento do esgoto com biodigestor, vala de evapotranspiração, módulos solares e o uso de materiais naturais, como o Bloco de Terra Comprimida (BTC).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A compatibilização dos projetos de modulação, hidrossanitário e elétrico foi realizada a partir da modelagem BIM utilizando o *software Revit® 2021*. Além disso, propõem-se medidas construtivas para minimizar os impactos ambientais, como a utilização do (BTC) material considerado ecológico, bem como repensar em questões relacionadas ao ciclo de vida da obra, visando os aspectos sociais e econômicos.

4.1 Criação das Famílias e Modelagem do Método Construtivo

Para iniciar os fundamentos da modelagem, ao abrir o *software Revit®* necessitou-se da criação das famílias para o sistema em Bloco de Terra Comprimida (BTC). Ao abrir um novo modelo de família é necessário selecionar o *template* a ser utilizado, devido a cada família pertencer a uma categoria, determinando os objetos com características análogas. Para a modelagem em BTC o *template* a ser utilizado é o “Modelo genérico métrico”, na qual a ferramenta utilizada para a criação de formas geométricas tridimensionais é através de extrusão.

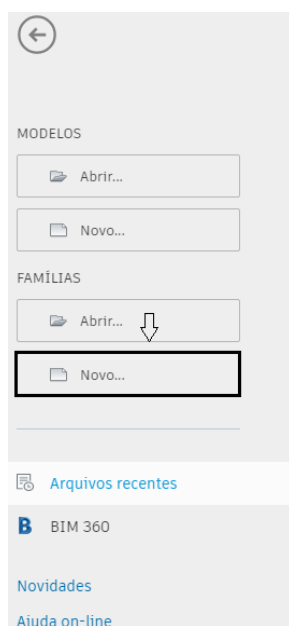
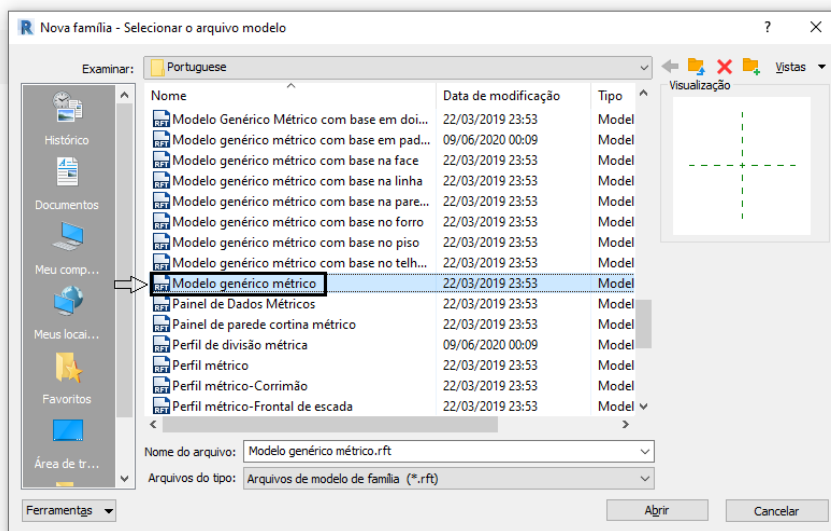


Figura 05: Criação Família BTC
Arquivos recentes

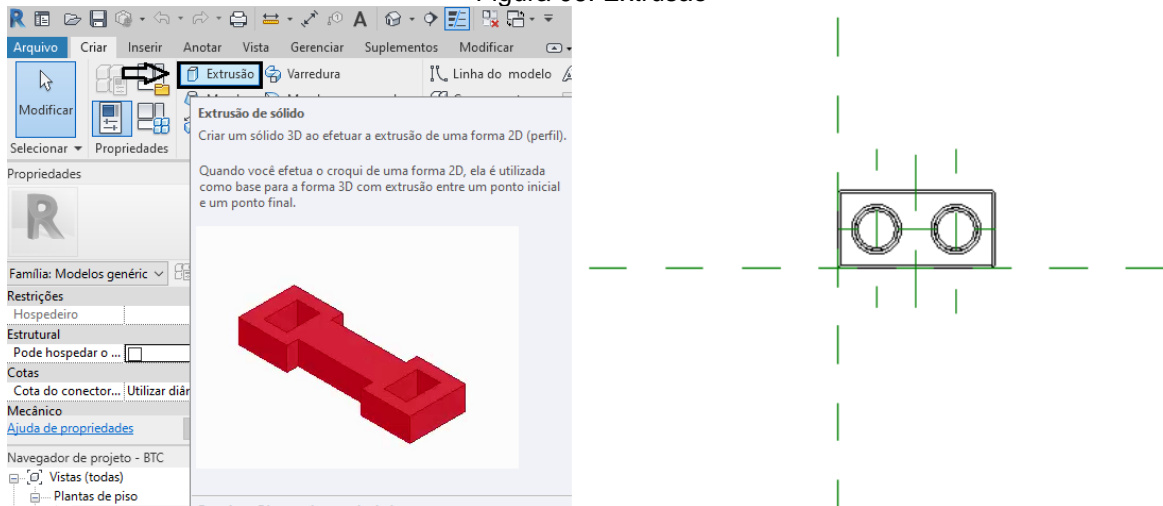


Fonte: Elaborado pelo autor

A extrusão é a possibilidade de criar uma forma sólida através de uma geometria bidimensional fechada, no caso do BTC é utilizada a ferramenta retângulo

com comprimento de 25 centímetros e largura de 12,5 centímetros. Após a criação do retângulo necessitou-se estabelecer as restrições, final e início da extrusão. Onde o Final da Extrusão é a altura do sólido, 7,00 centímetros e o Início da Extrusão é o nível de referência para a criação do objeto, valor padrão 0,00.

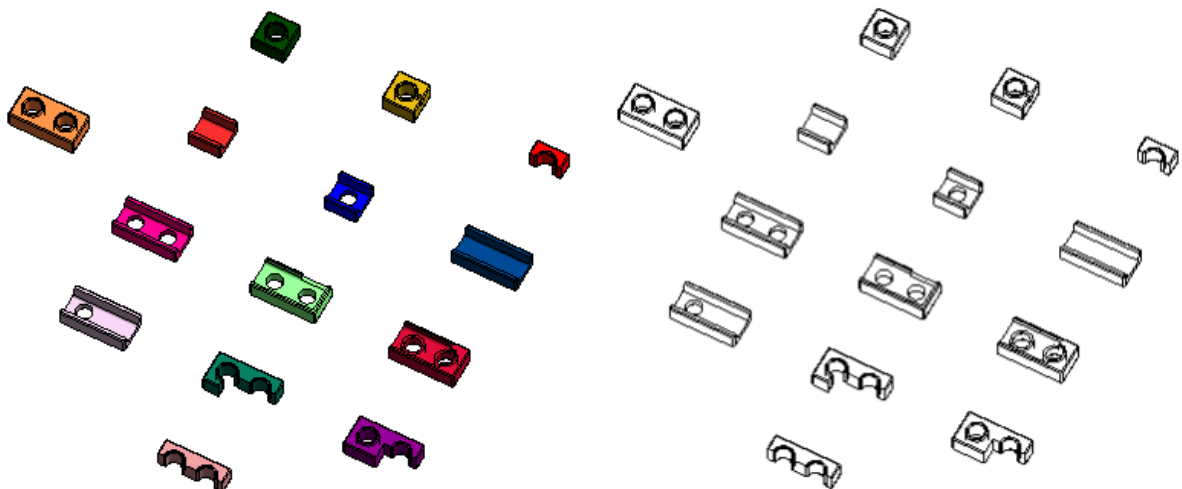
Figura 06: Extrusão



Fonte: Elaborado pelo autor

Outros comandos como a revolução de um perfil, comando de união para edição dos sólidos, subtração e intersecção também devem ser utilizados para a criação do bloco. Com a criação do objeto, o próximo passo é editar a forma existente, para isso é utilizado a ferramenta “Modificar Extrusão” com o intuito de criar outras formas no próprio objeto, para o BTC são criados círculos para finalizar o objeto. O processo de modelagem de cada objeto deve ocorrer de forma isolada.

Figura 07: Famílias BTC



Fonte: Elaborado pelo autor

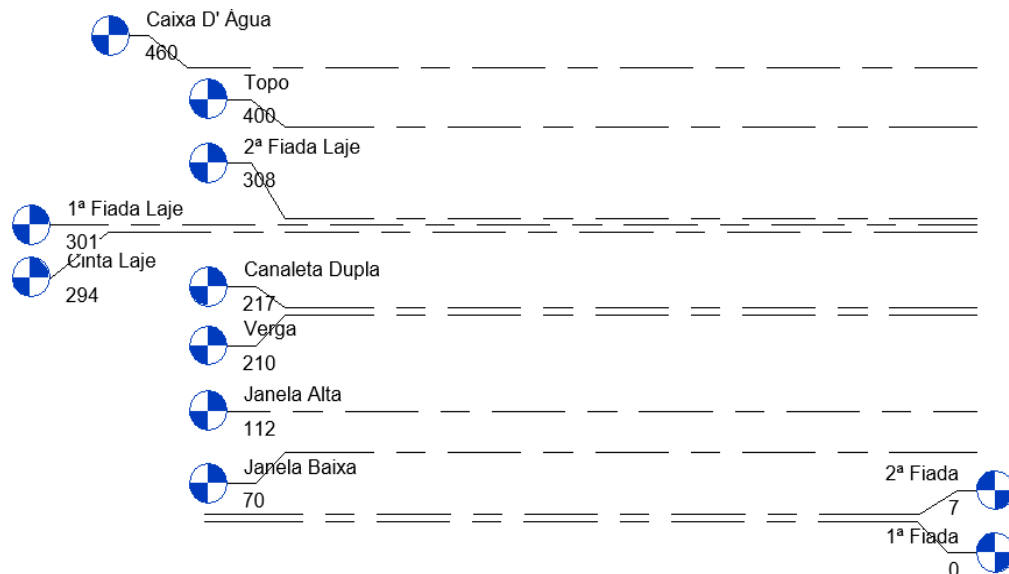
Depois de finalizada a criação das famílias, as mesmas são salvas em uma pasta do computador, para posteriormente iniciar o processo de carregamento para o arquivo *template*. Além disso, as famílias de BTC são disponibilizadas gratuitamente ou comercialmente em *sites* da *internet*, bem como, em *sites* próprios do *Revit*®.

4.2 Criação e configuração dos níveis

Para a criação de um novo modelo de projeto, iniciou-se configurando o arquivo *template*, definindo o processo de modelagem. A unidade determinada para a criação do projeto é em centímetros, com as dimensões do BTC também nesta unidade, a fim de proporcionar maior produtividade durante a modelagem. O atalho para a configuração das unidades de medida é atribuído através das teclas “UN”.

Em seguida realiza-se a definição da altura, na qual a criação do modelo já traz dois níveis de projeto, onde o nível 1 representa a cota de altura 0 e o nível 2 a cota de altura de 400 cm. O nível 1 é renomeado então para “1ª Fiada” e o nível 2 para “Topo”. Após é criado o nível 2, nomeado “2ª Fiada” diferença de 7 cm relacionado ao nível 1, altura que representa a dimensão do tijolo BTC. A partir disso, os demais níveis são criados conforme as necessidades do projeto.

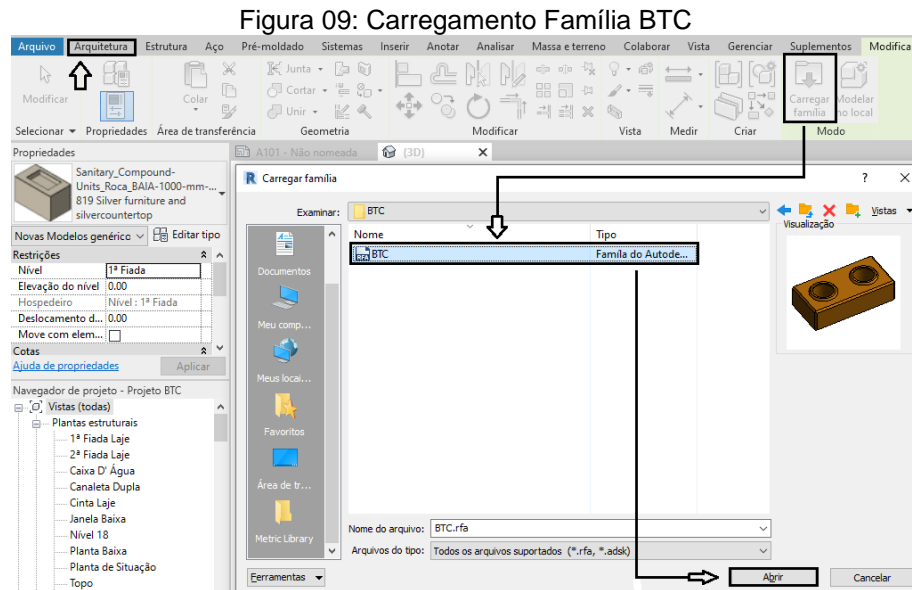
Figura 08: Criação e Configuração dos Níveis



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Carregamento das famílias BTC

Após finalizar as configurações iniciais, necessitou-se carregar as famílias de BTC para o arquivo modelo. Com o arquivo aberto, na guia contextual painel “Arquitetura”, a opção selecionada é “Componente”. Ao acessar este comando o painel “modificar” será aberto, onde estará presente a ferramenta “carregar família”.



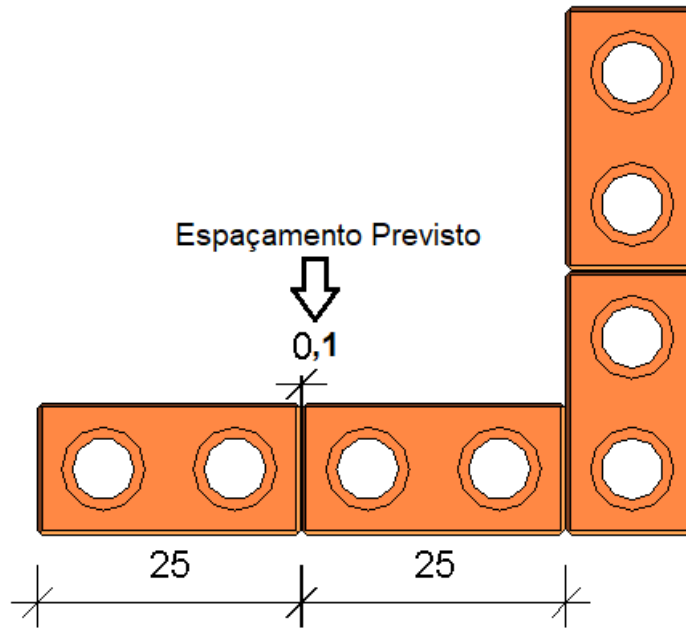
Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta aba abre-se uma caixa de diálogo, onde é necessário localizar e selecionar a família (RFA) para ser carregada no *template*.

4.4 Primeira e Segunda fiada

Com as configurações concluídas do arquivo *template* deve-se desenhar a planta baixa já com as medidas modulares, iniciando dessa forma a distribuição dos blocos da primeira fiada. Durante a distribuição dos blocos, necessitou-se prever um espaçamento de 1 milímetro (0,1 centímetros) entre os tijolos, com o intuito de evitar trincas e fissuras, visto que o material sofre dilatação e retração conforme as variações climáticas.

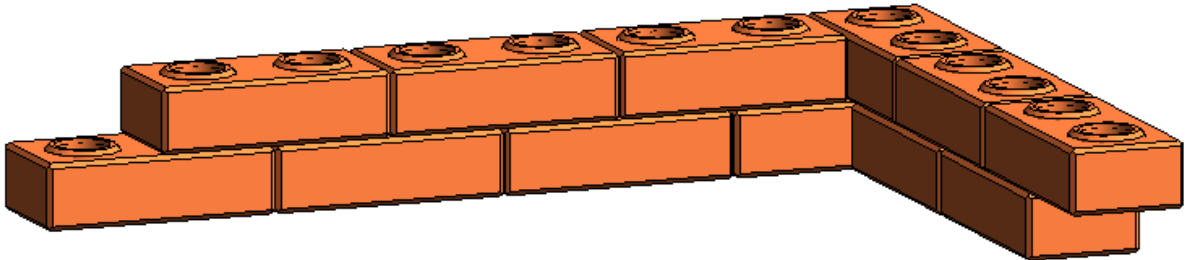
Figura 10: Distribuição dos Blocos



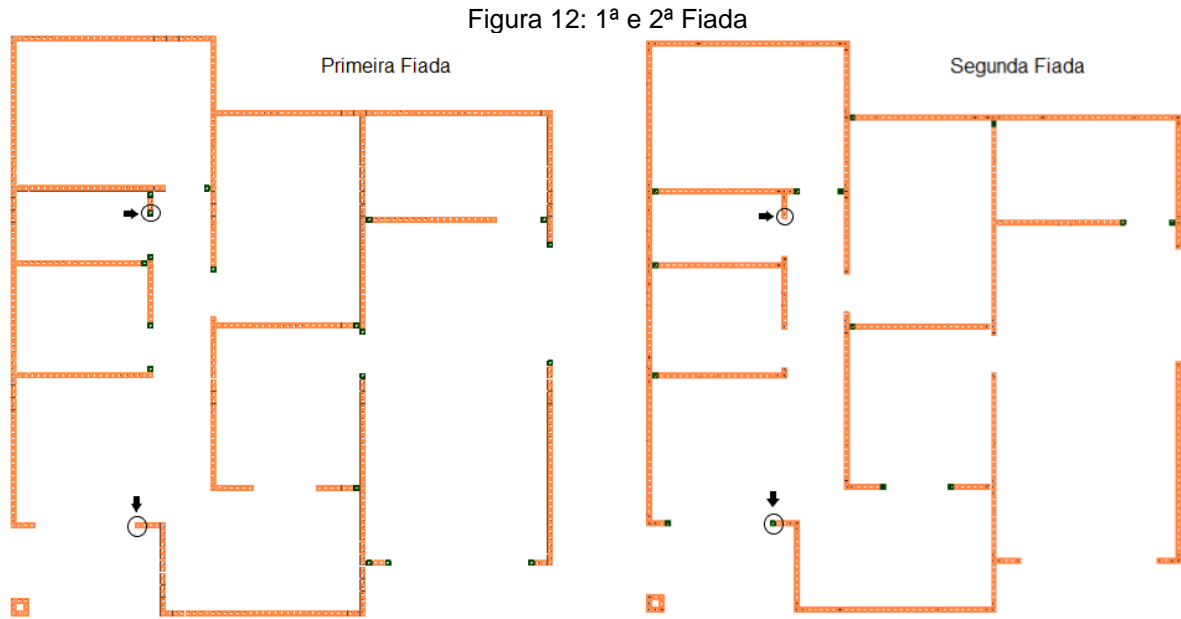
Fonte: Elaborado pelo autor

Durante a modulação é importante observar que o posicionamento dos blocos é diferente entre a primeira e a segunda fiada. O entrelaçamento garante a amarração entre as paredes.

Figura 11: Amarração dos Blocos



Fonte: Elaborado pelo autor



Fonte: Elaborado pelo autor

Com a primeira e segunda fiadas finalizadas, basta selecioná-las e duplicá-las até atingir o pé direito (topo), altura de 4 metros, contando com a platibanda. Na guia contextual painel “Arquitetura”, a opção selecionada é a “Matriz”.

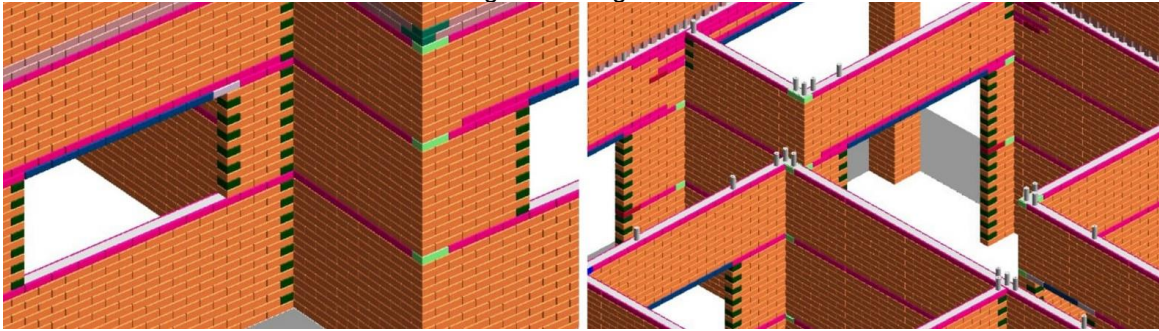
Em seguida, necessitou-se elaborar a criação de cortes na planta baixa, devido alguns blocos serem removidos para as aberturas das portas e janelas. Para a realização do projeto, necessita-se criar paredes estruturais para inserir e posicionar as portas e janelas. Com as aberturas, alguns blocos inteiros precisam ser substituídos para meio bloco ou para um que se adeque a necessidade ou ao espaço disponível. Para essa alteração, basta selecionar os blocos e alterar o componente.

4.5 Canaletas, Blocos Corte ao Meio e Grautes

Alguns blocos também são substituídos por canaletas, nas aberturas de portas para as vergas e nas janelas para vergas e contra vergas, bem como para a canaleta dupla, com o intuito de reforçar as aberturas das janelas. Além disso, utiliza-se a cinta de amarração no nível “Cinta Laje” onde também ocorre a realização das substituições pelas canaletas.

Com a substituição dos blocos inteiros para as canaletas, deve-se distribuir as vigas canaletas nos níveis “Cinta Laje”, “Janela Baixa”, “Janela Alta”, “Verga” e “Canaleta Dupla”.

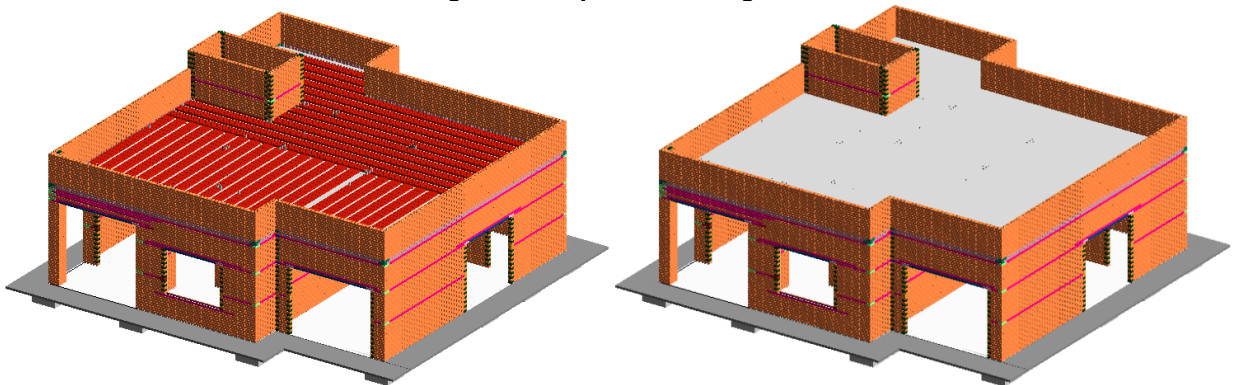
Figura 13: Viga Canaleta



Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, nos níveis “1ª Fiada Laje” e “2ª Fiada Laje” os blocos inteiros são substituídos por blocos com corte ao meio, para a distribuição das vigotas que são executadas por uma estrutura treliçada com vigas de concreto, e em seguida a distribuição das lajes de forro que formam a base da cobertura para posterior concretagem.

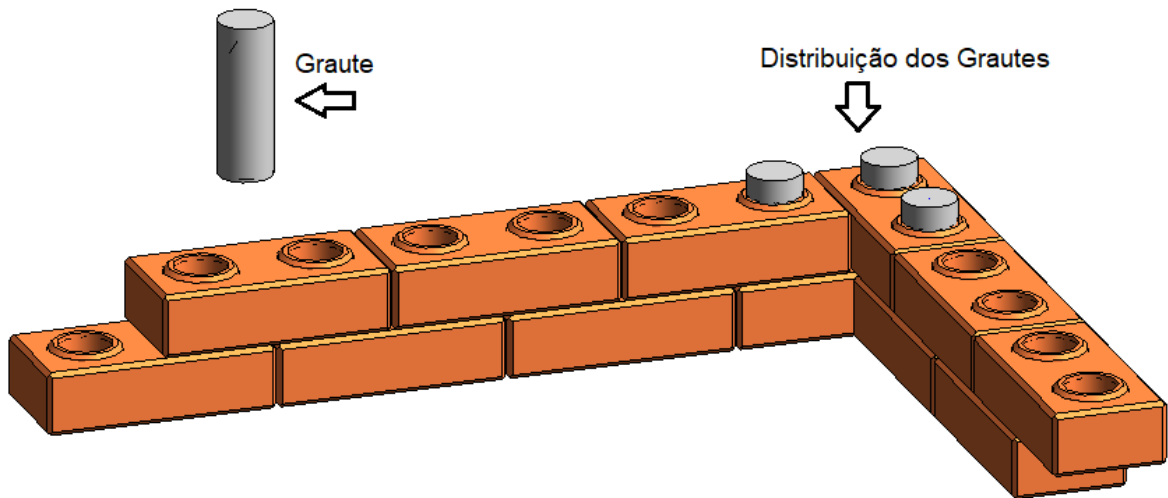
Figura 14: Laje e Concretagem



Fonte: Elaborado pelo autor

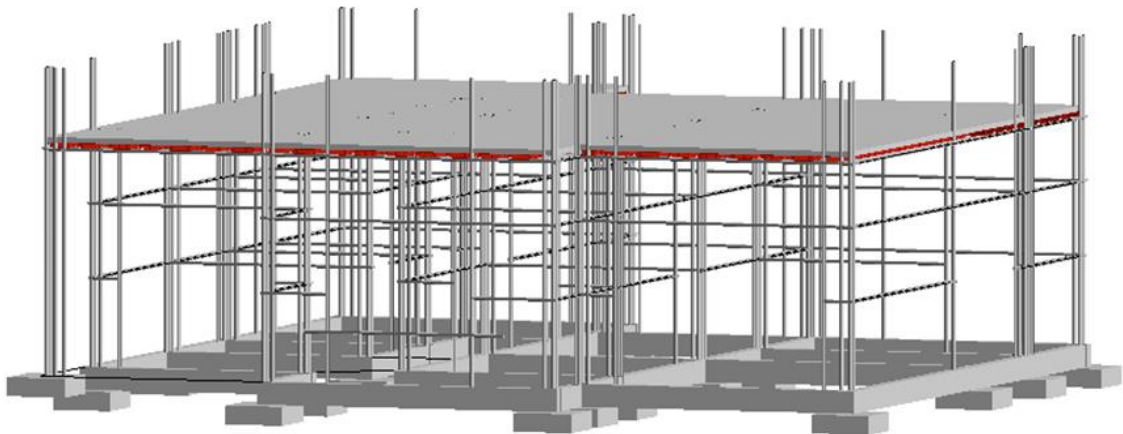
Nos encontros de paredes e aberturas de portas e janelas, ocorre a distribuição dos grautes, para atuar como enrijecedor estrutural. Os grautes foram distribuídos na 1ª Fiada nas cavidades dos blocos, como na construção com o BTC não há necessidade de aplicação de argamassa, o mesmo ajuda a distribuir melhor os esforços na alvenaria.

Figura 15: Grautes



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16: Sistema Estrutural



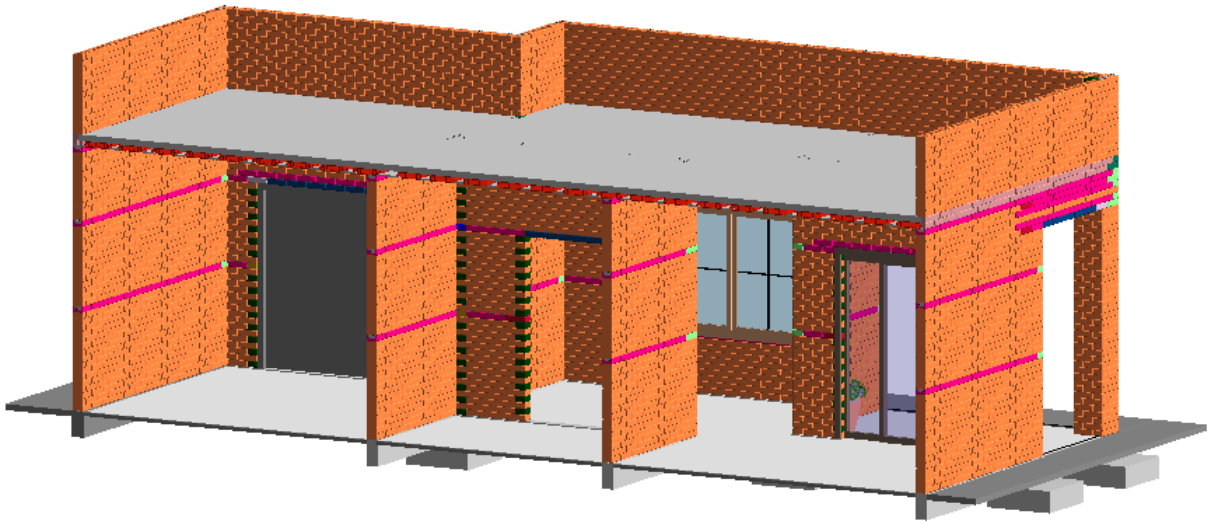
Fonte: Elaborado pelo autor

Depois de finalizada a etapa da distribuição dos grautes é possível ocultar as famílias BTC, sendo assim permitindo uma visualização dos elementos estruturais.

4.6 Modulação Finalizada

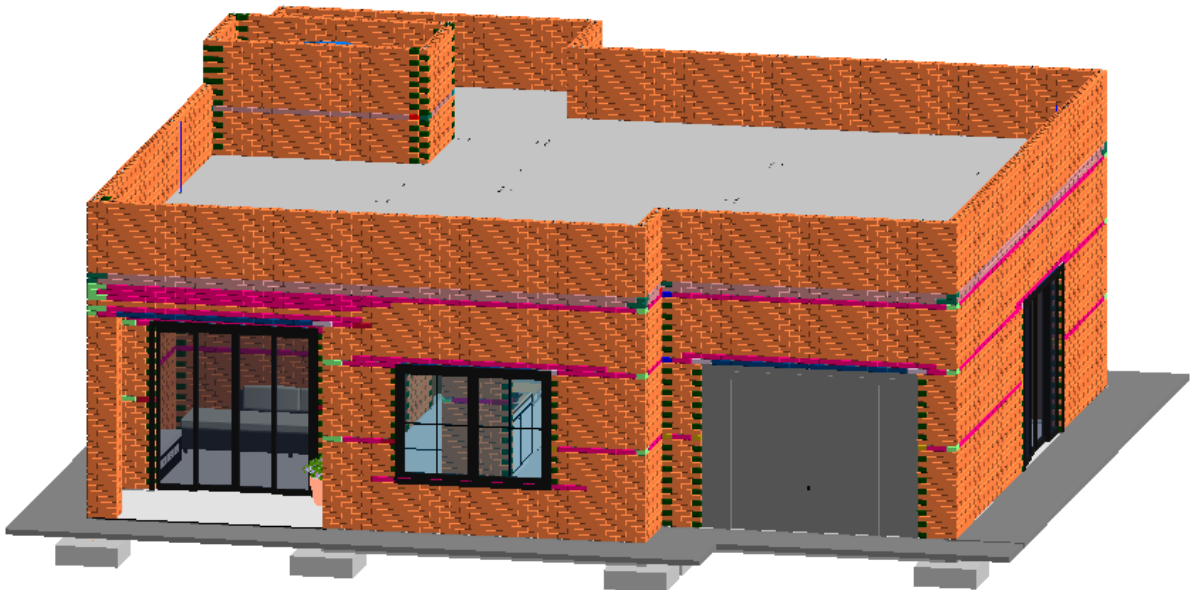
A utilização deste tipo de modelagem permite observar a elaboração detalhada do projeto do início ao final, juntamente com a produtividade da construção. Outro fato, da importância da modulação utilizando o *software Revit®* é a possibilidade da criação de um modelo visual 3D proporcionando uma visualização do resultado final, bem como de todos os produtos do projeto, níveis, cortes, elevações, perspectivas, tabelas de ambientes, portas e janelas, além de fornecer o quantitativo e custos de materiais.

Figura 17: Perspectiva Modular



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18: Modulação Finalizada



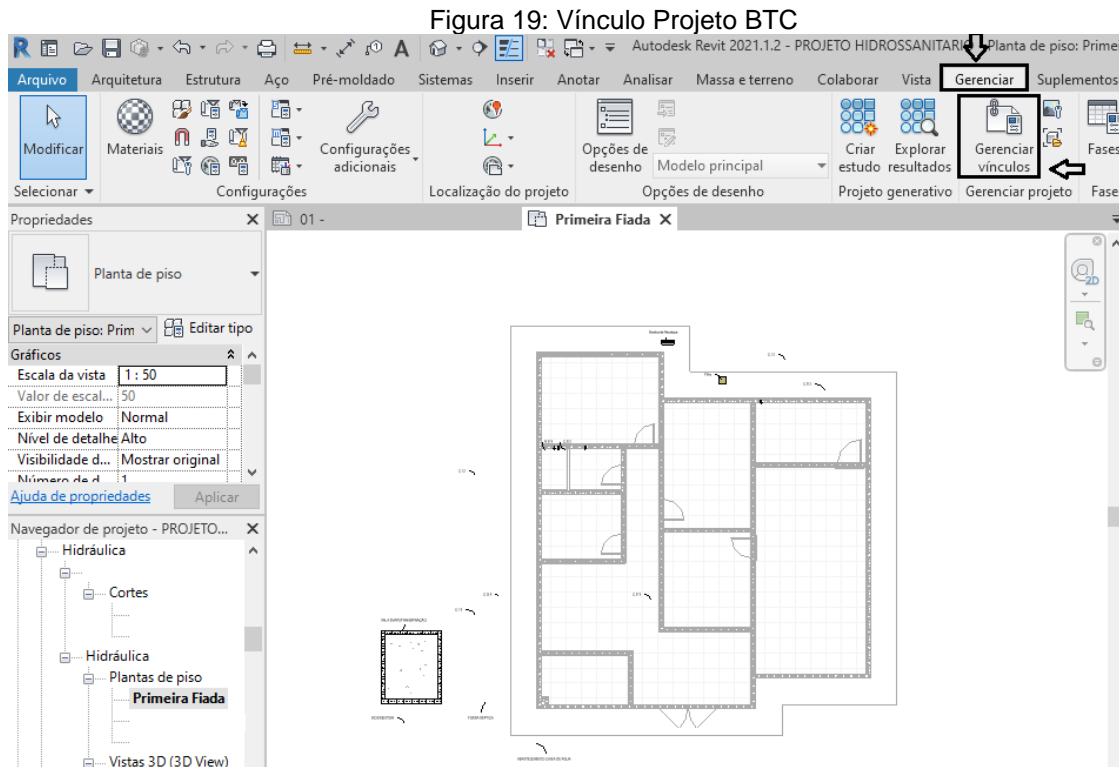
Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo habitacional conta com uma área construída de 102 m² modulada através de BTCs conforme ilustra a imagem acima e ilustração do Projeto Arquitetônico disponível nas pranchas no Anexo 1.

4.7 Projeto Hidrossanitário - Vínculo *Revit*

Para iniciar a elaboração do projeto hidrossanitário e elétrico necessitou-se alinhar o projeto da modulação ao novo *template* para garantir a compatibilização de diferentes plantas e a instalação correta de todos os elementos. Iniciou-se o projeto

pelo software *Revit*® com a vinculação do *template* hidrossanitário ou elétrico ao projeto desenvolvido da modulação BTC, estabelecendo uma relação de referência dando a possibilidade de compatibilização entre projetos.



Fonte: Elaborado pelo autor

Após vincular o arquivo ao *template*, o *Revit* irá posicioná-lo nas coordenadas configuradas no projeto da modulação, não sendo possíveis quaisquer alterações da modulação, possibilitando desta forma o início da distribuição da água fria, esgoto e elétrico.

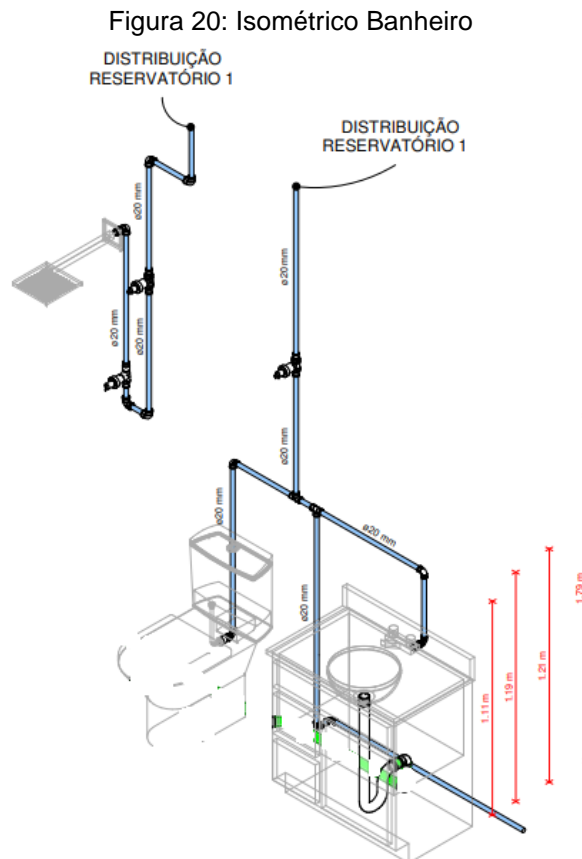
4.8 Água Fria

No projeto de Água Fria são estabelecidas as especificações técnicas para definir as instalações do sistema, bem como a alimentação, reservas e distribuição da água na edificação. Além disso, permite a criação de uma visualização isométrica, na qual facilita a compreensão.

Para a representação do Projeto de Água Fria é necessário estabelecer a entrada da água, ou seja, a alimentação para o reservatório 1, distribuição das colunas, ramais de água e localização das peças.

Visto que o projeto se desenvolveu com Blocos de Terra Comprimida, é importante atentar para os detalhes da passagem das colunas de água, na qual a tubulação só tem um local para passagem (furo do tijolo). Ao iniciar a distribuição pela saída da caixa de água, os tubos descem pela vertical e na fiada de viga canaleta são distribuídos pela horizontal. O *software* é capaz de estabelecer automaticamente as peças sempre que uma tubulação mudar de direção, porém, as peças de registro de gaveta e a luva com bucha de latão devem ser posicionadas conforme necessidade do projeto, entretanto, adequando aos furos do tijolo.

Após finalizar a distribuição das colunas de água, para facilitar a visualização e compreensão é necessário criar uma vista 3D em perspectiva e ativando a opção de caixa de corte, para estabelecer a vista dos elementos desejados.

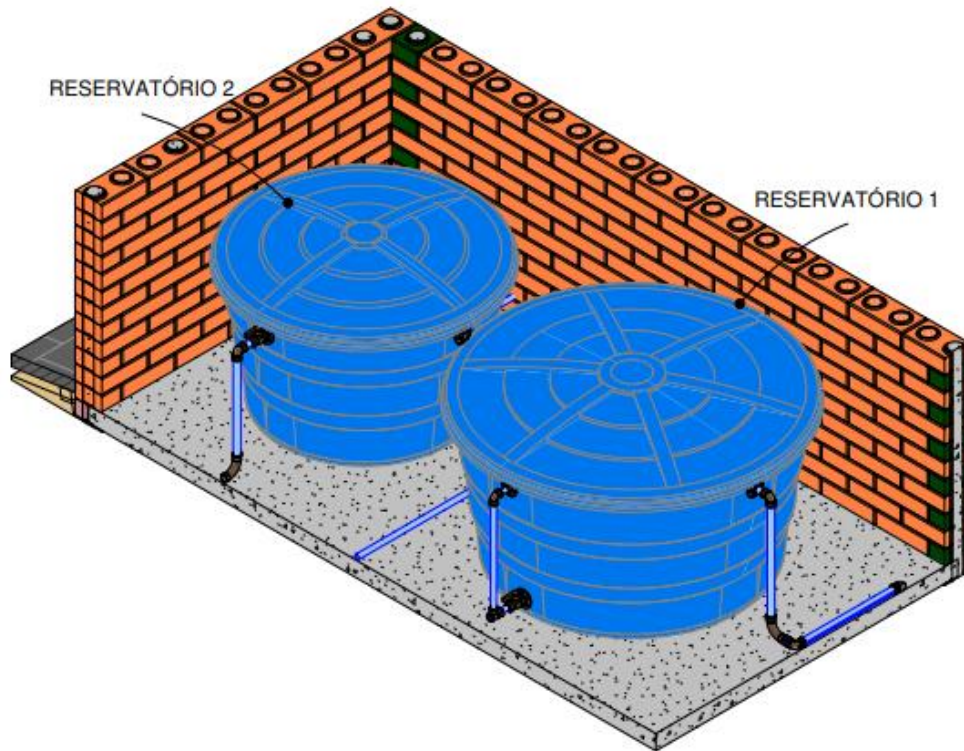


Fonte: Elaborado pelo autor

Durante o assentamento da primeira fiada, é de suma importância estabelecer as marcações para a passagem hidráulica e elétrica. Como mencionado anteriormente, o furo do tijolo é utilizado para a passagem da tubulação, porém, vale ressaltar que é necessário realizar adequações nos tijolos, visto que as conexões não passam pelo diâmetro do Bloco de Terra Comprimido.

O projeto desenvolveu-se para o uso de duas unidades de abastecimento. Sendo o reservatório 1 para a distribuição do banheiro e cozinha, e o reservatório 2 para a distribuição da lavanderia, na qual a água do abastecimento do reservatório 2 se dá através de uma cisterna.

Figura 21: Reservatórios



Fonte: Elaborado pelo autor

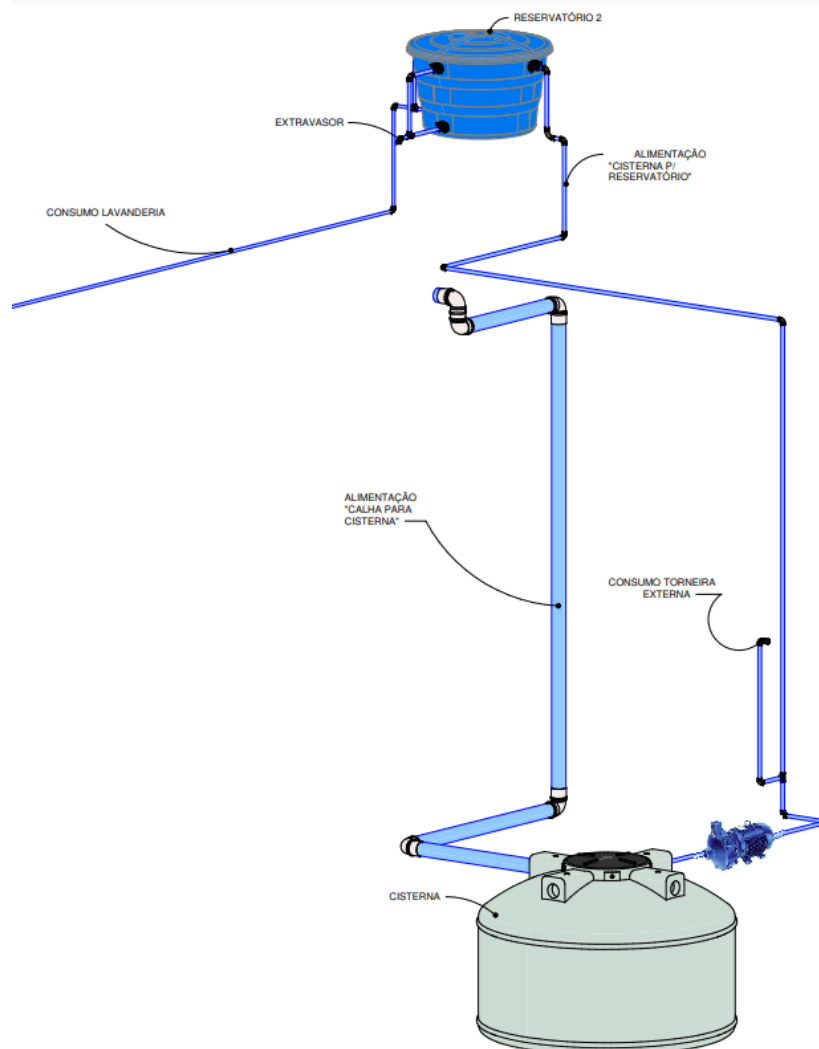
Conforme a NBR 5626 (1998), a capacidade dos reservatórios de uma edificação deve atender ao padrão de consumo de água no edifício.

A edificação projetada desenvolveu-se para 3 habitantes. Para o dimensionamento dos reservatórios deve ser considerado um consumo de 150 L/dia por habitante, conforme tabela de estimativa de consumo de água. Portanto o consumo da edificação é de 450 litros, ou seja, basta multiplicar a quantidade de habitantes pela quantidade de consumo de água. Como os reservatórios devem atender a edificação por dois dias, multiplica-se o consumo por 2. Diante disso, a capacidade do reservatório deverá ser de 900 Litros. Dado o exposto, os reservatórios dimensionados no projeto possuem capacidade para 500 L.

4.9 Cisterna

Voltado à construção sustentável e buscando a preservação do meio ambiente, além da preocupação com a escassez cada vez maior de água potável, o elemento para obter a economia de água é a cisterna. Por ser um reservatório de água, é destinado principalmente para a captação e armazenamento da água da chuva, na qual será reutilizada para regadores de jardins, lavagens de pisos e carros, lavanderia, entre outros.

Figura 22: Cisterna



Fonte: Elaborado pelo autor

A cisterna foi projetada no interior do solo, a água da chuva passa pela calha e será destinada até um filtro para eliminação de resíduos, seguindo após para dentro do reservatório. Caso a cisterna esteja com seu nível máximo de água, o

excesso será descartado através de um cifrão que é ligado diretamente com a tubulação de água pluvial.

Já para a captação da água para reutilização, utiliza-se uma bomba e o conjunto de sucção, na qual a água será levada e armazenada no reservatório 2 para consumo da lavanderia.

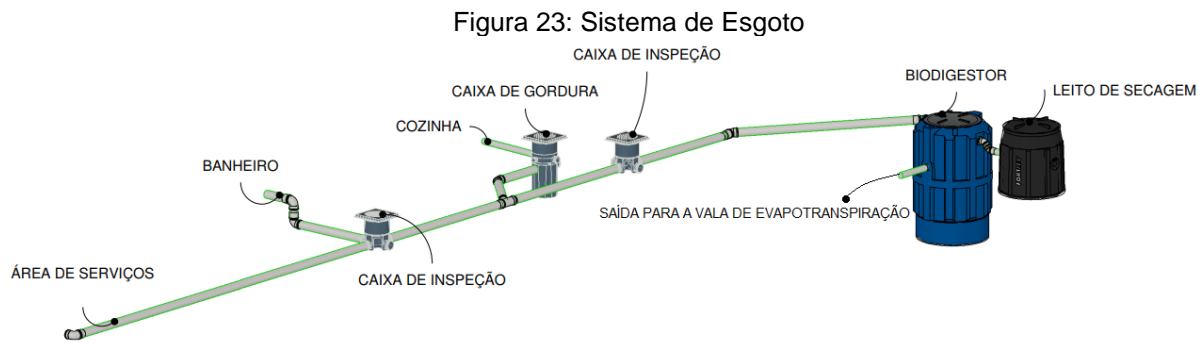
4.10 Esgoto

De acordo com as exigências da NBR 12209 (ABNT, 2011) o projeto de esgoto deve apresentar a caixa de passagem, gordura, inspeção, locação de ralos, biodigestor, entre outros.

O esgoto é coletado pelos tubos de queda e destinado para as caixas de gordura e espumas, conseqüentemente destinados para as caixas de inspeção.

É notório que o esgoto deve ser tratado em primeiro momento pelo biodigestor, onde o mesmo é direcionado para o fundo do produto. O biodigestor permite realizar o tratamento do esgoto sem contato com o solo, possui seu sistema 2 em 1, com filtro anaeróbio e reator em um único produto, contribuindo dessa forma a buscar soluções sustentáveis. O tratamento do esgoto pelo biodigestor acontece de forma ascendente, ou seja, de baixo para cima. Quando o esgoto chega à superfície é recolhido pela calha vertedora, nessa etapa é importante ressaltar que o biodigestor permite fazer o tratamento dos resíduos recebidos e destinar os efluentes para reaproveitamento. Tendo em vista englobar a sustentabilidade, a vala de evapotranspiração permite a utilização dos efluentes (água negra) do biodigestor.

Além disso, durante o processo de biodigestão da matéria orgânica do esgoto, ocorre a formação de um lodo, que fica depositado no fundo falso do biodigestor e a cada 6 meses deve ser descartado e depositado no leito de secagem, que permite um processo simples e eficaz da desidratação do lodo. Após a secagem do lodo, o mesmo poderá ser descartado em aterros sanitários ou neutralizado com cal, dessa forma permitindo o uso na agricultura como matéria orgânica.

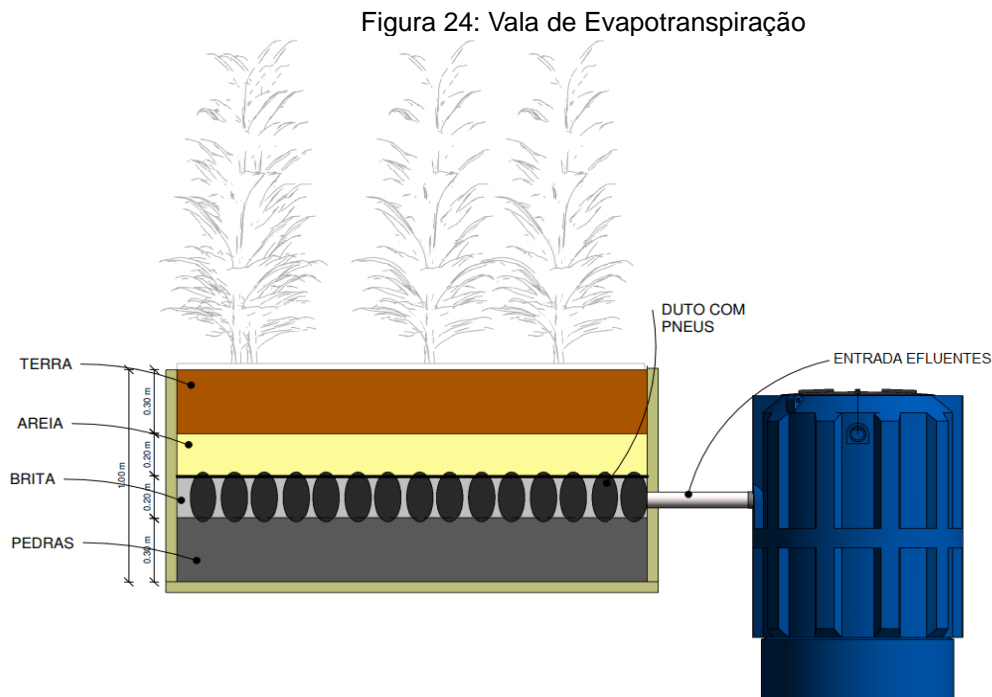


Fonte: Elaborado pelo autor

O biodigestor utilizado possui capacidade de 1500L/dia e o leito de secagem deve possuir capacidade de 300 L, volume necessário para armazenar o lodo que será descartado pelo biodigestor.

4.11 Vala de Evapotranspiração

A Vala de Evapotranspiração é a última fase do tratamento do esgoto, visto que os resíduos tratados são absorvidos pelas raízes de plantas, servindo de nutrientes. Esse sistema consiste em evitar a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático.



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Vieira (2010) 2m³ de vala para cada morador é o suficiente para que o sistema funcione corretamente, ou seja, sem extravasamentos. Desta forma o dimensionamento é calculado para 2 metros de largura e 1 metro de profundidade, e o comprimento é igual ao número de moradores.

A vala foi dimensionada para a residência com 3 pessoas, profundidade de 1 metro e largura de 2 metros, portanto a dimensão para a vala é de 6m³.

No interior do sistema são introduzidos na horizontal pneus de automóveis, com o intuito de formar uma tubulação (câmaras bio-sépticas) e são preenchidos com entulhos de construção ou pedras, na sequência são cobertos por uma manta geotêxtil. Após são distribuídas duas camadas de 20 cm de espessura, preenchidas com brita e areia. Uma última camada de 30 cm de terra é formada, onde por fim será plantada a vegetação.

Os efluentes que passam pelas câmaras bio-séptica de pneus são decompostos pelo processo de digestão anaeróbia e conseqüentemente vão passando para as camadas acima, chegando dessa forma às raízes das plantas em torno de 99% mais limpas (VIEIRA, 2010).

Dado o exposto, a última etapa, deve-se realizar a plantação de espécies de folhas largas ou plantas de caule lenhoso, na qual podem ser árvores frutíferas, como bananeiras, tornando dessa forma o sistema de saneamento sustentável e produtivo.

4.12 Projeto Elétrico

Ao vincular o arquivo da modulação ao *template* elétrico, o primeiro passo é inserir o quadro parcial de luz e força, seguindo após para a distribuição das tomadas, pontos de luz e interruptores.

Figura 25: Quadro Parcial de Luz e Força

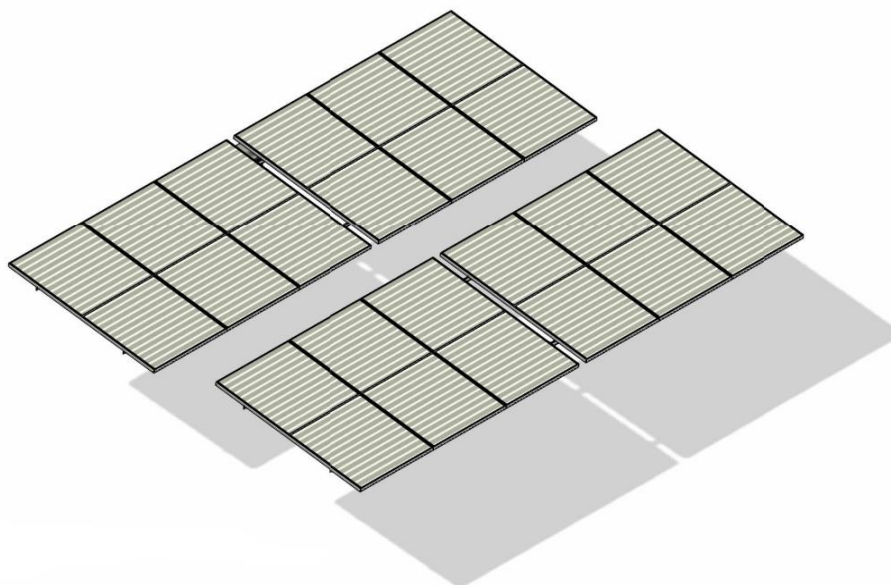


Fonte: Elaborado pelo autor

Quando finalizada a distribuição é necessário criar o circuito de iluminação, na qual representa um agrupamento de pontos no projeto, com uma fiação comum distribuída em uma única ligação e em um mesmo quadro parcial de luz e força, seguindo após para a distribuição dos conduítes. Durante a etapa de distribuição dos conduítes, é importante ressaltar que os mesmos devem ser passados pelo furo dos tijolos, seguindo as marcações estabelecidas durante o assentamento da primeira fiada e seguindo a distribuição do projeto elétrico.

Voltado ao plano de necessidade para a projeção do projeto sustentável o uso de módulos solares, posicionados ao Leste com aproveitamento aproximado de 80% da luz solar. Os módulos são fontes de energia renovável, possuem como vantagem ser ambientalmente benigna, ou seja, além de não poluir, traz também como benefício à economia de energia.

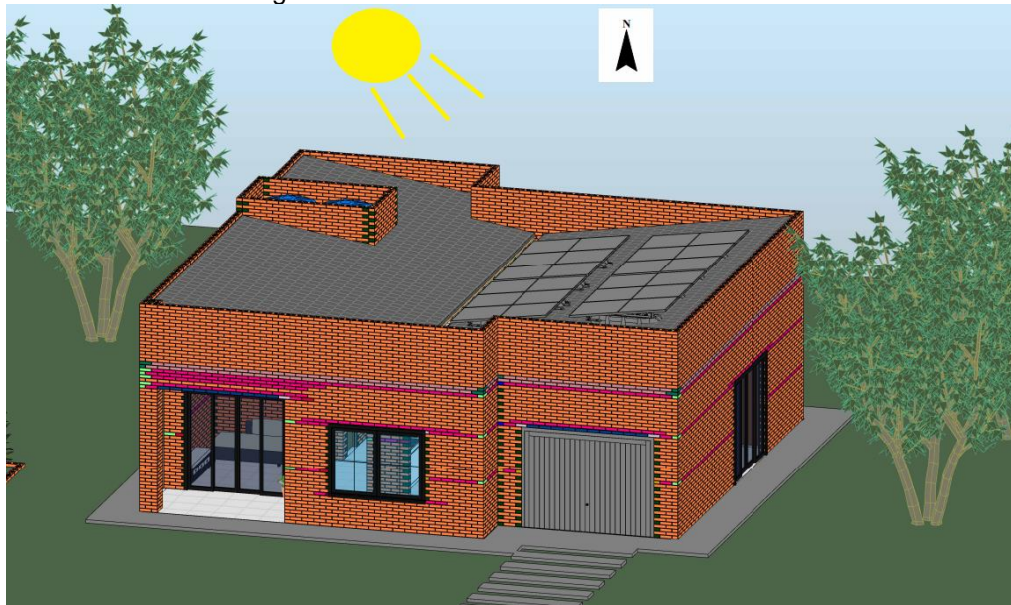
Figura 26: Módulos Solares



Fonte: Elaborado pelo autor

Os módulos solares convertem a luz solar em energia elétrica, portanto a energia gerada pelos módulos passa por um inversor solar, na qual altera a corrente contínua para alternada. Após a energia que sai do inversor é conectada no quadro de luz e força, dessa forma gerando energia para ser utilizada nas luzes da residência, em eletrodomésticos entre outros.

Figura 27: Posicionamento Módulos Solares



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Silva *et al.* (2017) os módulos solares para residências são projetados para durar 25 anos, com uma manutenção mínima, como benefício econômico o valor das placas solares já terá sido compensado com a economia de energia.

4.13 Orçamento

Segundo Gallois (2014) a realização da avaliação econômica é de suma importância, devido ser uma das principais áreas no negócio da construção. Para o projeto sustentável, o custo por m² é de R\$ 2.390,00. Do ponto de vista ambiental e econômico, a casa ecológica proporciona até 50% de economia de materiais e uma economia de mais de R\$ 100.000,00 em contas básicas.

Na Tabela 01, tem-se o detalhamento do orçamento do projeto. Destaca-se o custo final no valor de R\$ 243.873,52, disponível no Anexo 2. Para a elaboração do orçamento necessita-se analisar o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos Índices da Construção Civil (SINAPI), além disso, a extração de quantitativos se dá através de parâmetros selecionados no software Autodesk Revit® sendo exposto a quantidade por material.

Tabela 01: Orçamento

Obra:		Uso do Revit® na modulação de uma casa sustentável
Código	Descrição	Preço total
01	SERVIÇOS PRELIMINARES	19.248,96
02	INFRA ESTRUTURA	11.880,77
03	SUPER ESTRUTURA	24.221,42
04	ALVENARIA	51.102,97
05	ESQUADRIAS	2.799,00
06	COBERTURA	50.084,09
07	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	25.530,44
08	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	20.050,02
09	REVESTIMENTO	38.591,14
10	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	364,73
Valor total da obra		R\$ 243.873,52

Fonte: Elaborado pelo autor

Voltado ao ponto de vista de economia de materiais e de contas básicas, portanto, o projeto sustentável foi projetado utilizando o BTC, material na qual não requer o uso de argamassa durante o assentamento, proporciona uma economia na ferragem e concreto nas cintas e vergas, além disso, o projeto conta com a projeção de uma cisterna que possibilita a captação e reutilização da água pluvial gerando uma economia no uso da água, bem como foi desenvolvida para a instalação de módulos solares, onde o sol é a principal fonte de energia, portanto não polui e não prejudica o ecossistema, além de ser abundante e permanente, gerando dessa forma uma economia de energia.

5 CONCLUSÃO

Para a modelagem do projeto residencial de 102 m² do presente estudo, adotou-se o *software* mais conhecido da metodologia BIM, o *Autodesk Revit®* 2021, tendo em vista suas ferramentas que permitem compatibilizar, projetar, construir e gerenciar construções.

A compatibilização dos projetos realizados neste trabalho mostrou-se de grande eficiência, devido à capacidade de gerenciar e integrar os projetos, utilizando-se do ambiente tridimensional, com o intuito de minimizar e solucionar os conflitos desde a sua concepção. A modelagem BIM permitiu que informações do projeto pudessem ser modificadas em todas as vistas em tempo real, estabelecendo uma comunicação entre todos os envolvidos para a realização do projeto. Com a modulação em BTC, etapas importantes foram levadas em consideração para a criação dos projetos, como a lógica modular, a criação e configuração das unidades de medida e criação dos níveis, baseado na representação de fiadas e das elevações, além das representações de colunas de água e instalação elétricas.

Os tijolos de BTC utilizados para a modulação foram escolhidos dados seus pontos positivos quanto ao isolamento térmico e acústico, além de ser considerado sustentável, pois não requer a queima durante a sua fabricação, minimizando a emissão de gases poluentes. Além disso, durante seu assentamento não requer o uso de argamassa, podendo ser utilizado cola especial para o tijolo. E para melhorar a distribuição dos esforços na alvenaria, os grautes são distribuídos nas cavidades dos blocos, atuando como enrijecedor estrutural, dessa forma proporcionam uma economia na ferragem e concreto nas cintas e vergas.

O modelo habitacional proposto, portanto, permitiu desenvolver habilidades referentes a uma melhor apresentação de projetos desenvolvidos, como também a compatibilização da arquitetura com a modelagem estrutural e a compreensão de *softwares* voltados à metodologia BIM como o *software Autodesk Revit®*.

REFERÊNCIAS

ABADIA, P. H. R.; CRUZ, W. B. **Sustentabilidade na Construção Civil: Selos Ecológicos**. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – UniEvangélica, Anápolis.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. 1ª. ed. [S.I.]: Nova Fronteira, 2002.

ALMEIDA, M. **Sustentabilidade**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Seses, 2015.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8491: **Tijolo de solo-cimento - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8492: **Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção da água - Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10833: **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização da prensa manual ou hidráulica - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10899: **Energia solar fotovoltaica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12209: **Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

C&C. **Cisterna: como funciona a captação de água da chuva: Método sustentável e eficaz**. Disponível em: <https://www.cec.com.br/blog>. Acesso em: 15 Abr. 2022.

CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE, Gramado. **Estudo sobre o uso de bacia de evapotranspiração como alternativa para tratamento de efluentes**. Macaé: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Tese (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, p. 70. 2009.

ECOTERM. **Tijolo Ecológico**. Disponível em: <https://ecoterm.com.au/tijolo-ecologico> . Acesso em: 10 Maio. 2022.

FERNANDES, D. R. M, NETO, V. B. M, MATTOS, K. M. C. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso de implantação de cisterna na UFRN / RN**. XXVII encontro nacional de engenharia de produção. Foz do Iguaçu, p. 09. 2007

FIAS, B. B.; SOUZA, D. S. **Construção sustentável com Tijolo Ecológico**. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba - SP, v. 02, n. 01, p. 94-108, 2017. Disponível em: <http://www.ojs.toledo.br>. Acesso em: 05 Maio. 2022.

FORTLEV. **Biodigestor Fortlev**. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br> . Acesso em: 15 Nov. 2022.

FRAGA, Y. S. B. *et al.* **Tecnologia dos materiais: a utilização do Tijolo de Solo-Cimento na Construção Civil**. Ciência exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 03, n. 03, p. 11-24, 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br>. Acesso em: 05 Maio. 2022.

GALLOIS, L. P. **Orçamento e Programação de uma Edificação Residencial**. 2014. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GASPAR, J.; LORENZO, N. T. **Revit passo a passo**. 01. ed. São Paulo: ProBooks, 2015.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de Especificações de Projetos em BIM**. Florianópolis, v. 2, 2018.

GRITTI, G. C. M.; LANDINI, M. C. **Construção sustentável: Uma opção racional**. 2010. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de São Francisco, Itatiba.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KEELER, M.; VAIDYA, P. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

MENEGARO, B. F.; PICCININI, A. C. **Aplicação da metodologia Bim (Building Information Modeling) no processo de projeto, com foco em compatibilização**. 2017. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

MORAIS, F. B. L. **Biodigestor: Uma tecnologia sustentável.** 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Biosistemas) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé.

MOTTA, J. C. S. S. *et al.* **Tijolo de Solo-Cimento: Análise das características físicas e viabilidades econômicas de técnicas construtivas sustentáveis.** *Exacta*, Belo Horizonte - MG, v. 07, n. 01, p. 13-26, 2014. Disponível em: <https://revistas.unibh.br>. Acesso em: 04 Maio. 2022.

NASCIMENTO, F. L. Painel solar fotovoltaica como energia alternativa e sustentável para o Estado de Roraima-RR. **Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, ano. II, v. 1, n. 3.

NETTO, C. C. **Autodesk Revit Architecture 2015: Conceitos e Aplicações.** 01 ed. São Paulo: Érica, 2015.

NUNES, M. A. L. **Aplicação da metodologia Bim para o planejamento de casas populares.** 2017. 79 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2017.

PEREIRA, N. L. **Energia solar uma perspectiva de sustentabilidade e viabilidade econômica.** 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Mato Grosso.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS. S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável.** 04. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014

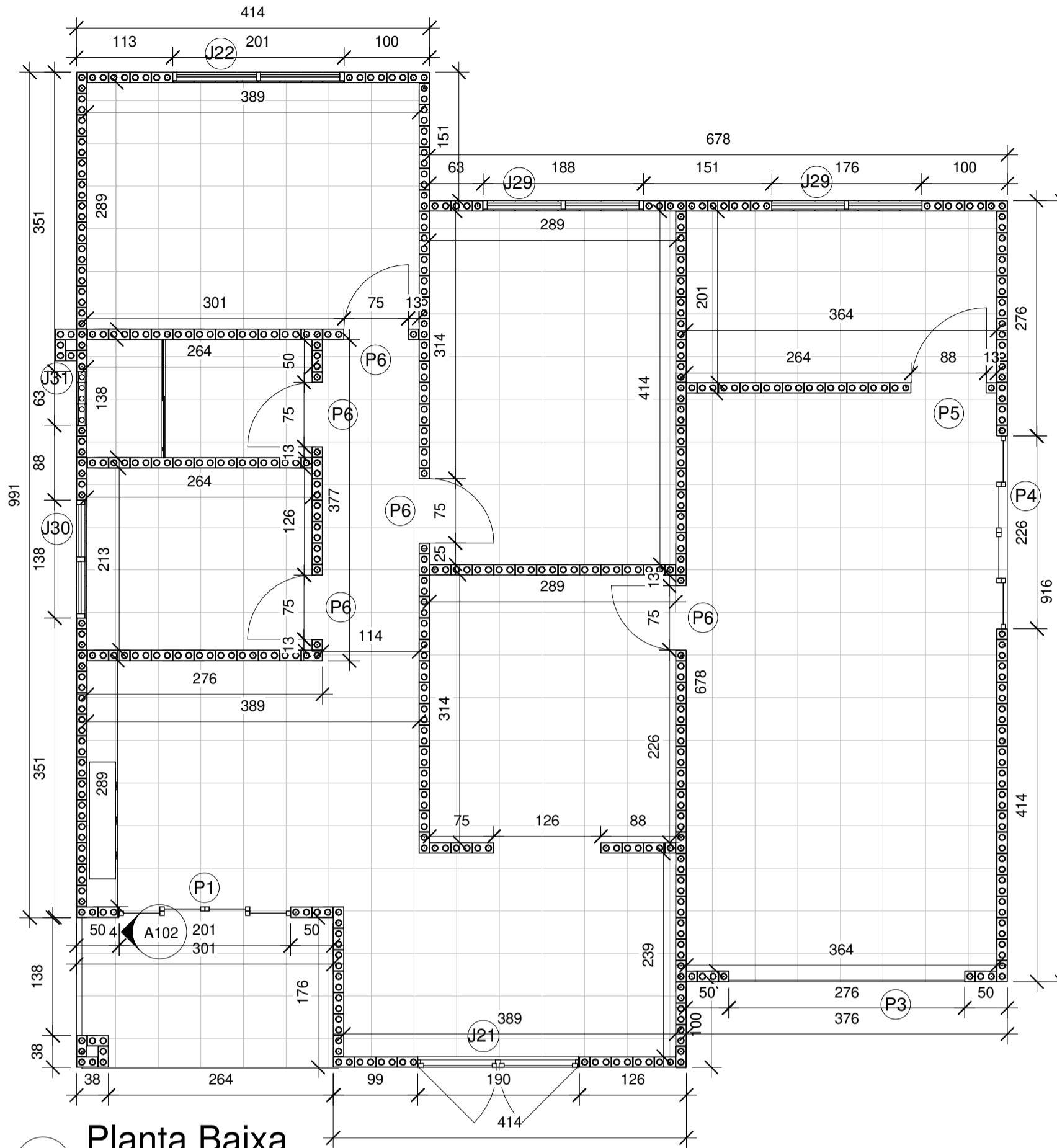
SILVA, D. H. *et al.* Construção sustentável na Engenharia Civil. **Cadernos de graduação**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 89 -100, nov. 2017.

VIEIRA, I. **BET - Bacia de Evapotranspiração** Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br> . Acesso em: 10 Nov. 2022.

ZIMMERMANN, C. C. **Apostila de Autodesk Revit 2015: BIM - Building Information Modeling.** Florianópolis, 2016. (Apostila).



1 1ª Fiada
1 : 50



2 Planta Baixa
1 : 50

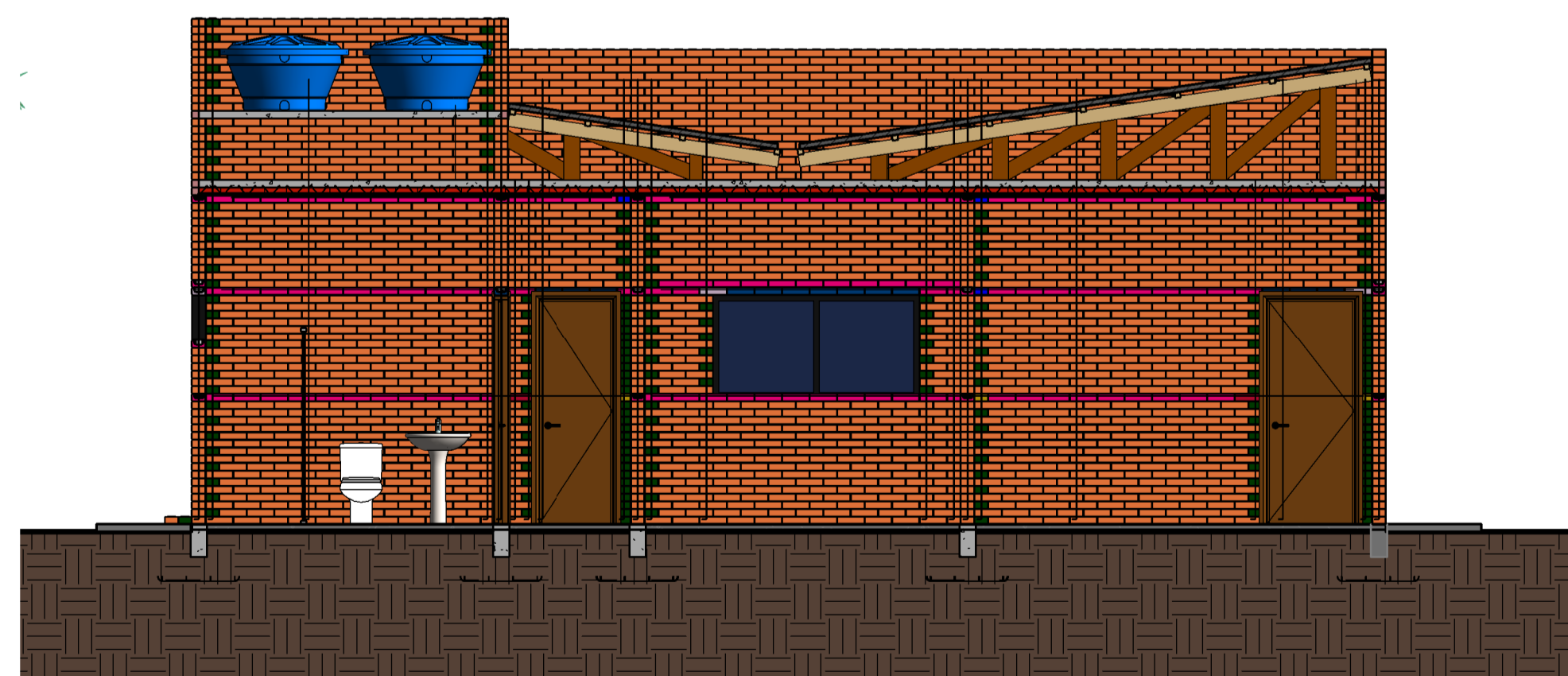
QUANTITATIVO DE JANELAS				
CÓD	QTD	ALTURA DO PEITORIL	LARGURA	ALTURA
J21	1	70	188	140
J22	1	115	201	95
J29	2	115	188	95
J30	1	115	138	95
J31	1	57	63	41

QUANTITATIVO DE PORTAS			
CÓD	QTD	LARGURA	ALTURA
P1	1	201	210
P3	1	277	210
P4	1	226	210
P5	1	88	210
P6	5	75	210

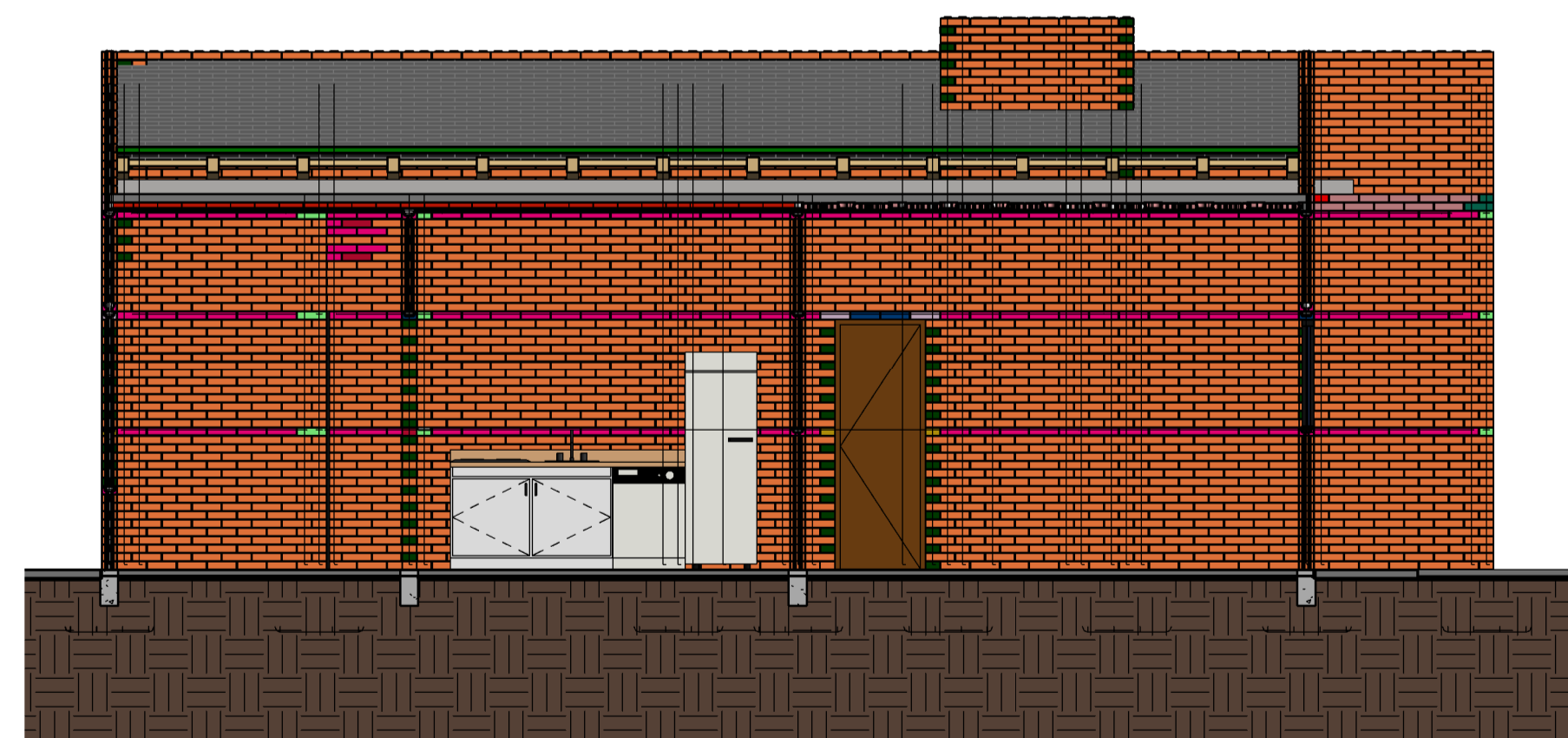
QUANTITATIVO PILAR ESTRUTURAL		
FAMÍLIA	COMPRIMENTO	VOLUME
M_Concrete-Round-Column: GRAUTE 59mm	43330	1.18 m³

TABELA DE AMBIENTES		
ÁREA	NOME	NÍVEL
4 m²	CIRC.	1ª Fiada
4 m²	BWC	1ª Fiada
5 m²	VARANDA	1ª Fiada
6 m²	DORMITÓRIO 1	1ª Fiada
7 m²	A. SERVIÇO	1ª Fiada
7 m²	GARAGEM	1ª Fiada
9 m²	SALA JANTAR	1ª Fiada
9 m²	COZINHA	1ª Fiada
11 m²	SALA ESTAR	1ª Fiada
11 m²	DORMITÓRIO 2	1ª Fiada
12 m²	DORMITÓRIO 3	1ª Fiada
17 m²	GARAGEM	1ª Fiada
102 m²		

BLOCOS	
Família	Contagem
1-1967_GT_500_ELEANOR_11867	1
Bloco acabamento generico 07x12,5x25 cm	11
Bloco Canaleta generico 07x12,5x25 cm	993
Bloco Canaleta sem furo generico 07x12,5x25 cm	97
Bloco Canaleta um furo generico 07x12,5x25 cm	20
Bloco cantoneira canto generico 07x12,5x25 cm	39
Bloco cortado 14 generico 07x12,5X12,5 cm	2
Bloco cortado generico 07x12,5X12,5 cm	7
Bloco corte 14 generico 07x12,5x25 cm	16
Bloco corte ao meio generico 07x12,5x25 cm	371
Bloco corte lateral generico 07x12,5X12,5 cm	22
Bloco corte mais 14 generico 07x12,5x25 cm	1
Bloco generico 07x12,5X12,5 cm	753
Bloco generico 07x12,5x25 cm	14737
Bloco Meia Canaleta generico 07x12,5x12,5 cm	20
Bloco Meia Canaleta sem furo generico 07x12,5x12,5 cm	1
Box 01	1
Foot_of_Bed_Bench_with_Storage_10357	1
M_Muntin_Pattern_2x2	2
M_Trim-Window-Exterior-Flat	1
M_Trim-Window-Interior-Flat	1

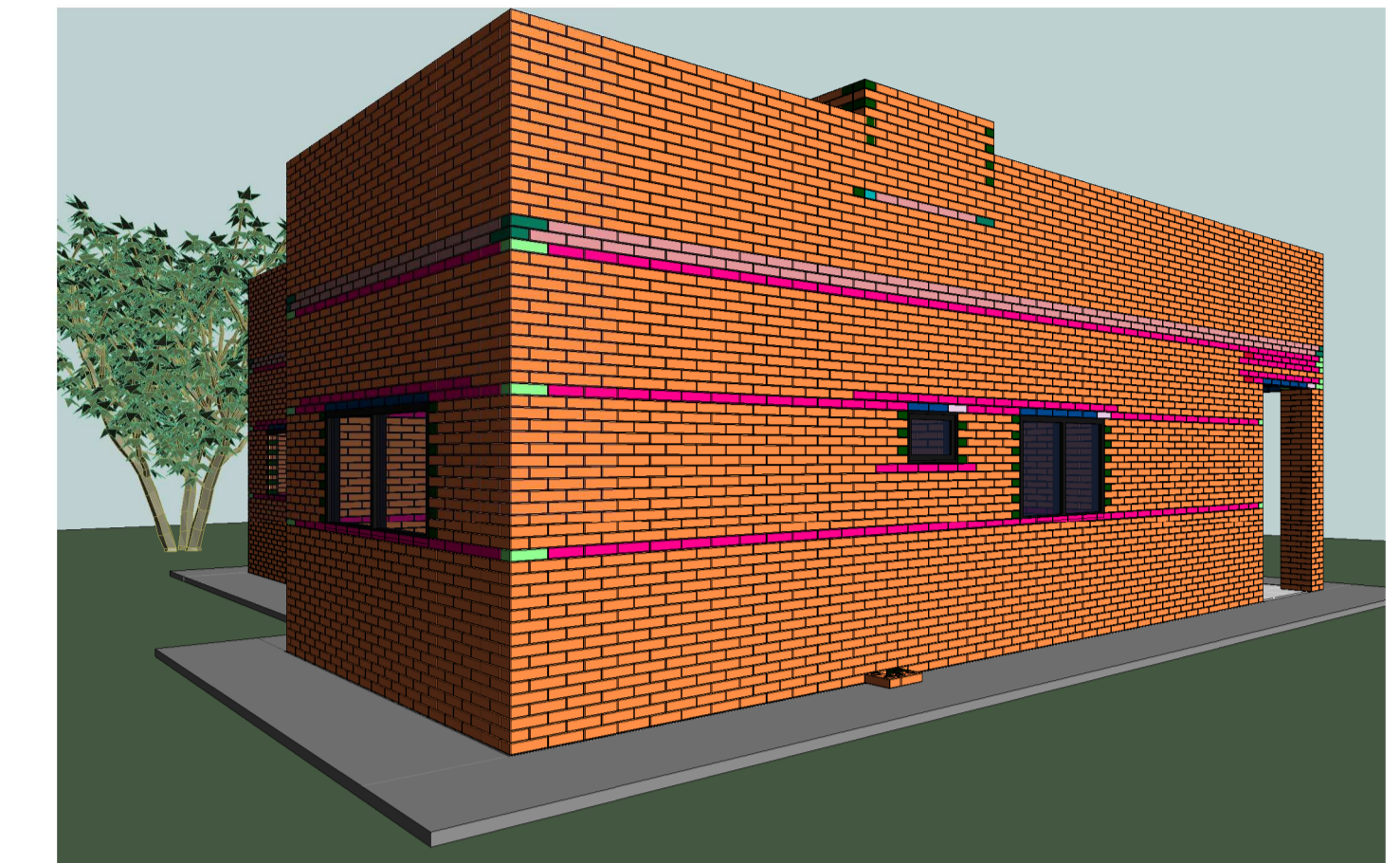


3 Corte AA
1 : 50

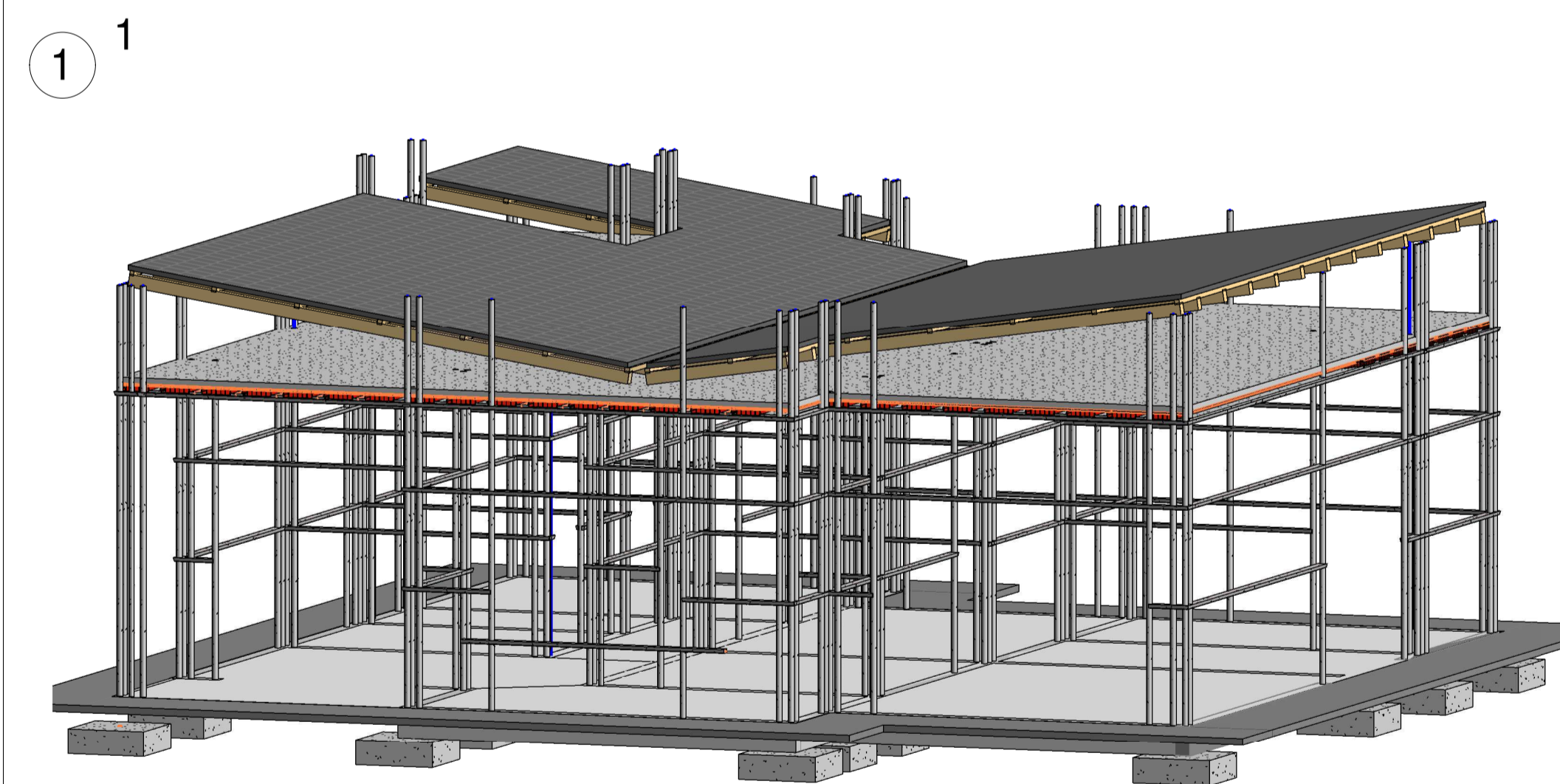


4 Corte BB
1 : 50

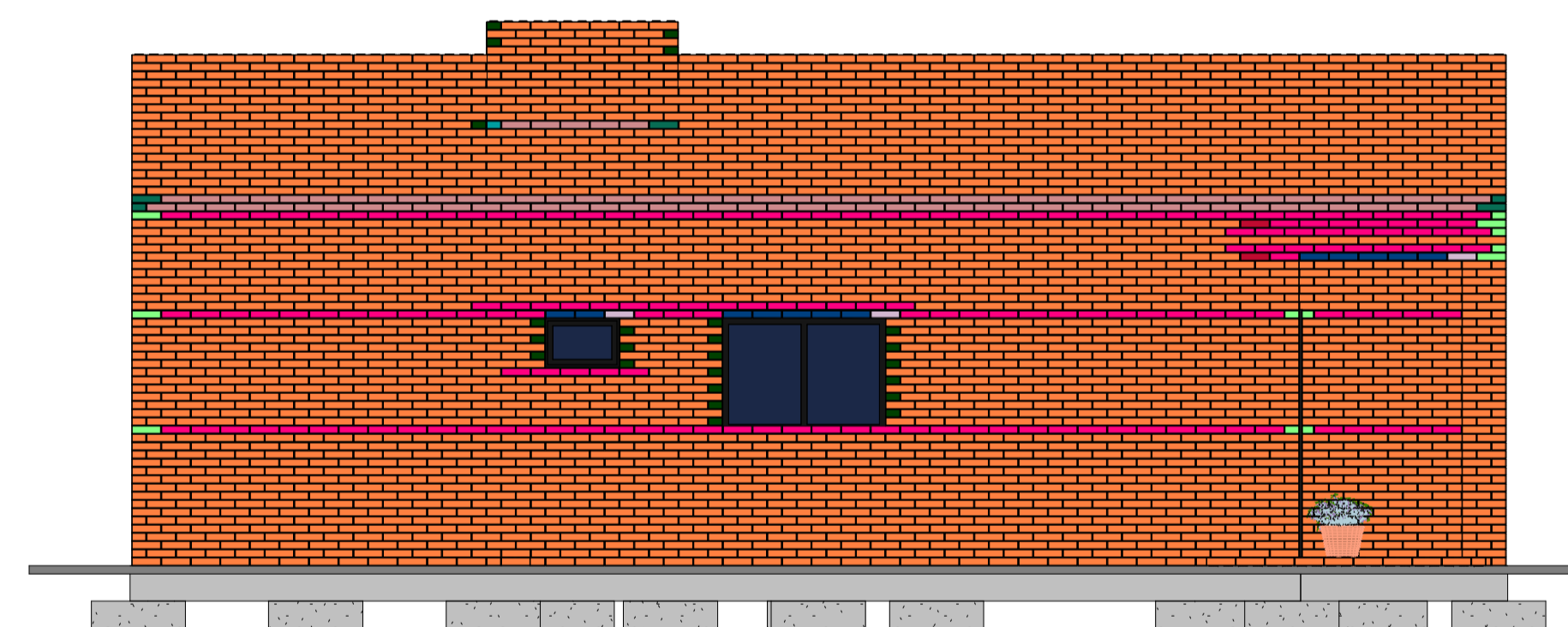
IFSC - SÃO CARLOS		CONTRATANTE:	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA SÃO CARLOS
		ENDEREÇO:	MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC
AUTOR DO PROJETO	BIANCA ENDRÉS DA SILVA DISCENTE ENG. CIVIL	AUTOR DO PROJETO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
DESCRIÇÃO DA PRANCHA:	1ª FIADA PLANTA BAIXA CORTE AA CORTE BB	DADOS DO IMÓVEL:	ESTUDO PRELIMINAR
		ÁREA:	102 m²
DESENHO: BIANCA	DATA: NOVEMBRO 2022	PRANCHA 1/5	



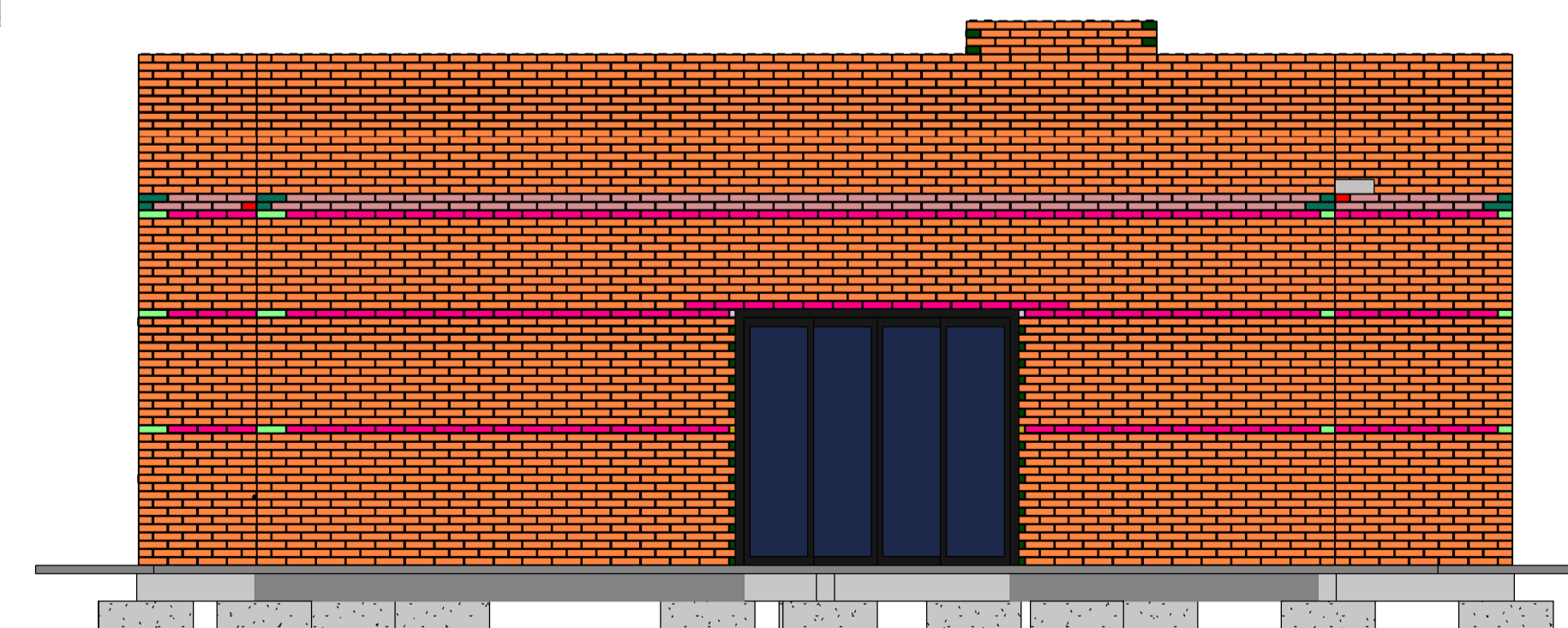
2 Vista 3D 2



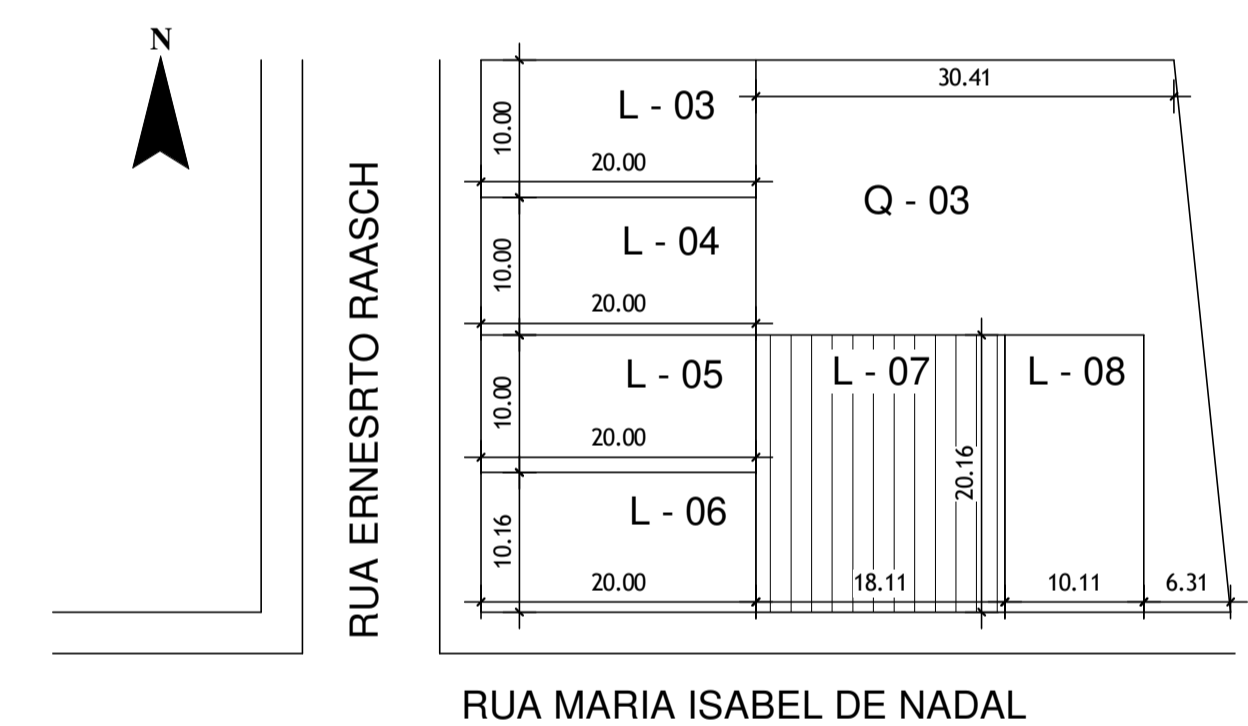
6 Detalhamento Estrutural



3 Oeste
1 : 50

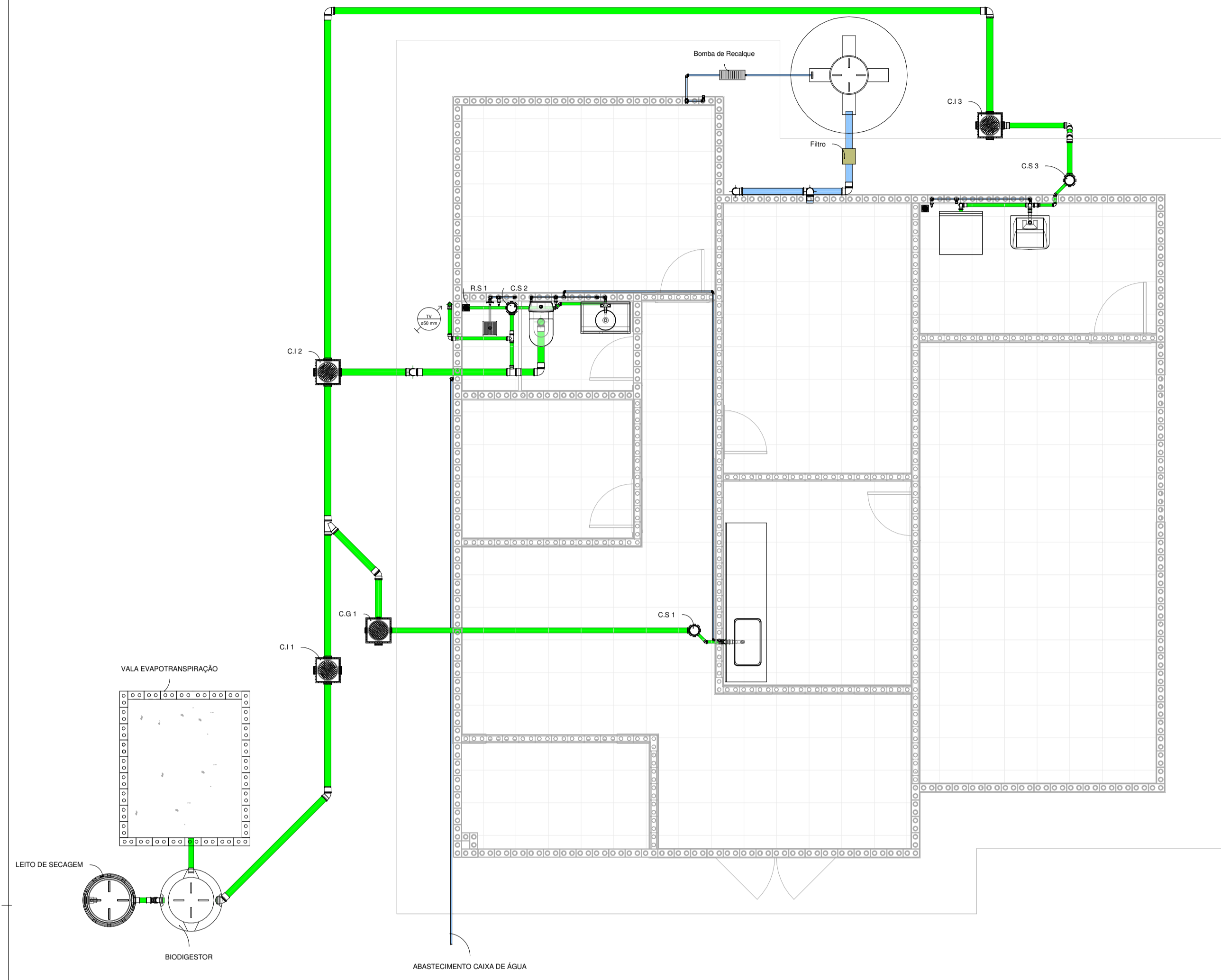


4 Leste
1 : 50

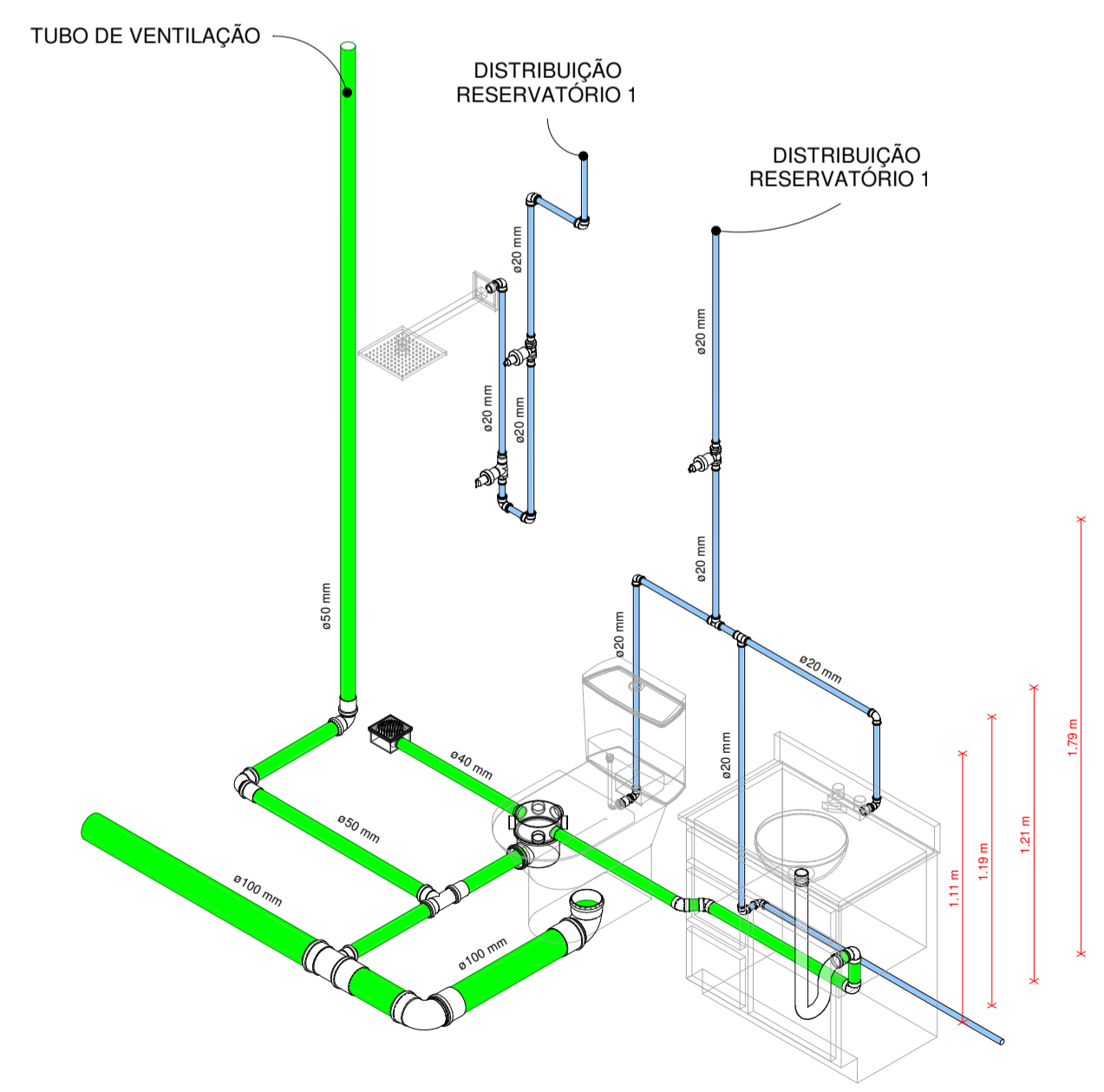


5 Planta de Situação
1 : 500

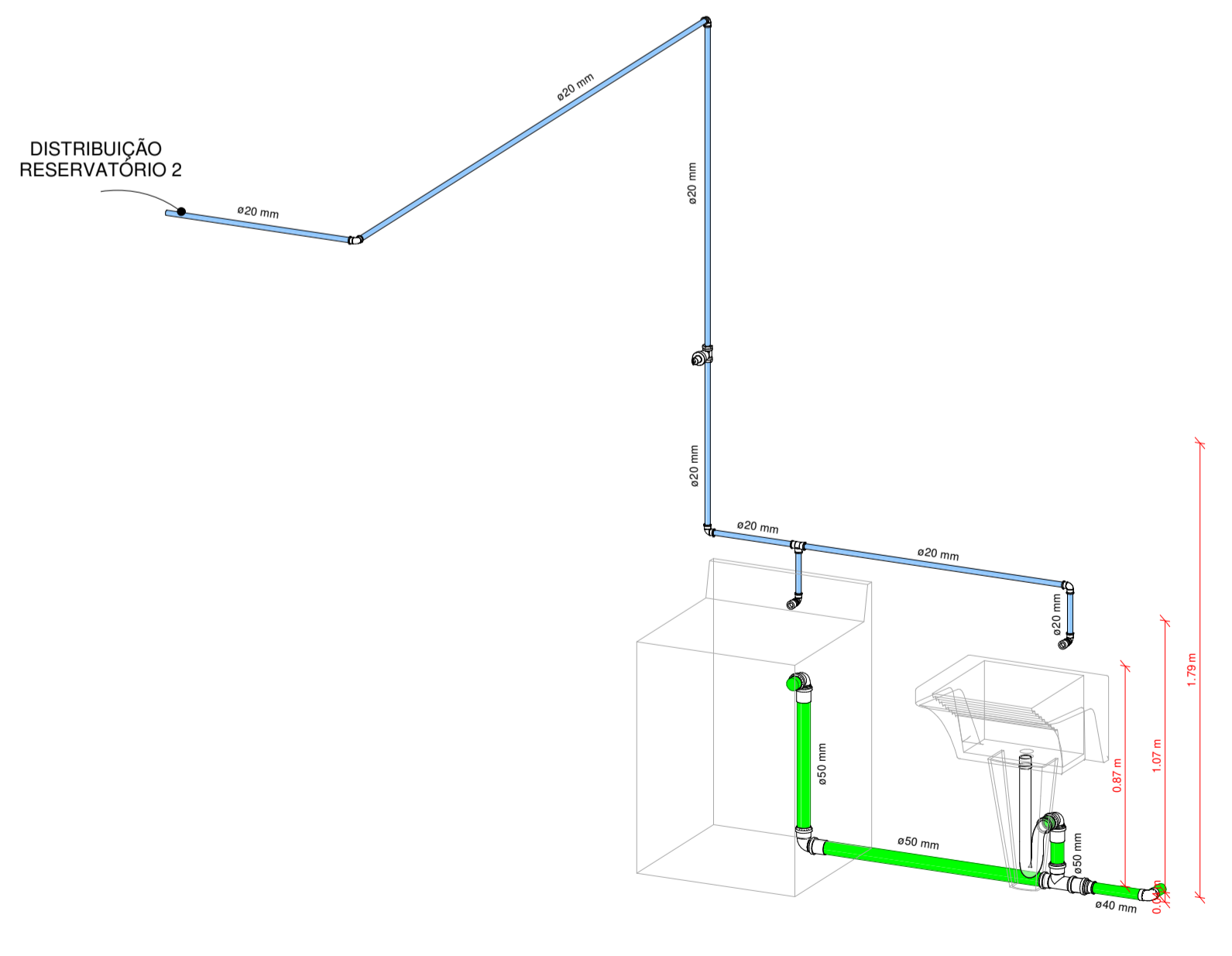
IFSC - SÃO CARLOS		CONTRATANTE:	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA SÃO CARLOS
		ENDEREÇO:	MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC
AUTOR DO PROJETO BIANCA ENDRES DA SILVA DISCENTE ENG. CIVIL		AUTOR DO PROJETO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
DESCRIÇÃO DA PRANCHA: 3D VISTA 3D 2 DETALHAMENTO ESTRUTURAL FACHADA OESTE FACHADA LESTE PLANTA DE SITUAÇÃO		DADOS DO IMÓVEL: ESTUDO PRELIMINAR	
		ÁREA:	102 m ²
DESENHO: BIANCA	DATA: NOVEMBRO 2022	PRANCHA 2/5	



1 Projeto Água Fria/Esgoto
1 : 50



2 ISOMÉTRICO BANHEIRO

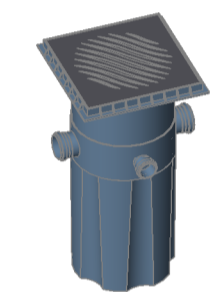


3 ISOMÉTRICO LAV.



Caixa que recebe o esgoto dos ramais e subcoletoras das edificações, conduzindo ao destino final

5 CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO TIGRE



Caixa destinada a receber o esgoto da cozinha

4 CAIXA DE GORDURA TIGRE

CAIXAS DE GORDURA E INSPEÇÃO - TIGRE		
Quantidade	Descrição	Linha
1	Caixa de Gordura com Tampa e Prolongador sem Entrada - DN 100, Esgoto - TIGRE	Caixas de Gordura e Inspeção
3	Caixa de Inspeção/Interligação com prolongador sem entrada - DN 100, Esgoto - TIGRE	Caixas de Gordura e Inspeção
4	Prolongador sem entrada DN300, Esgoto - TIGRE	Caixas de Gordura e Inspeção

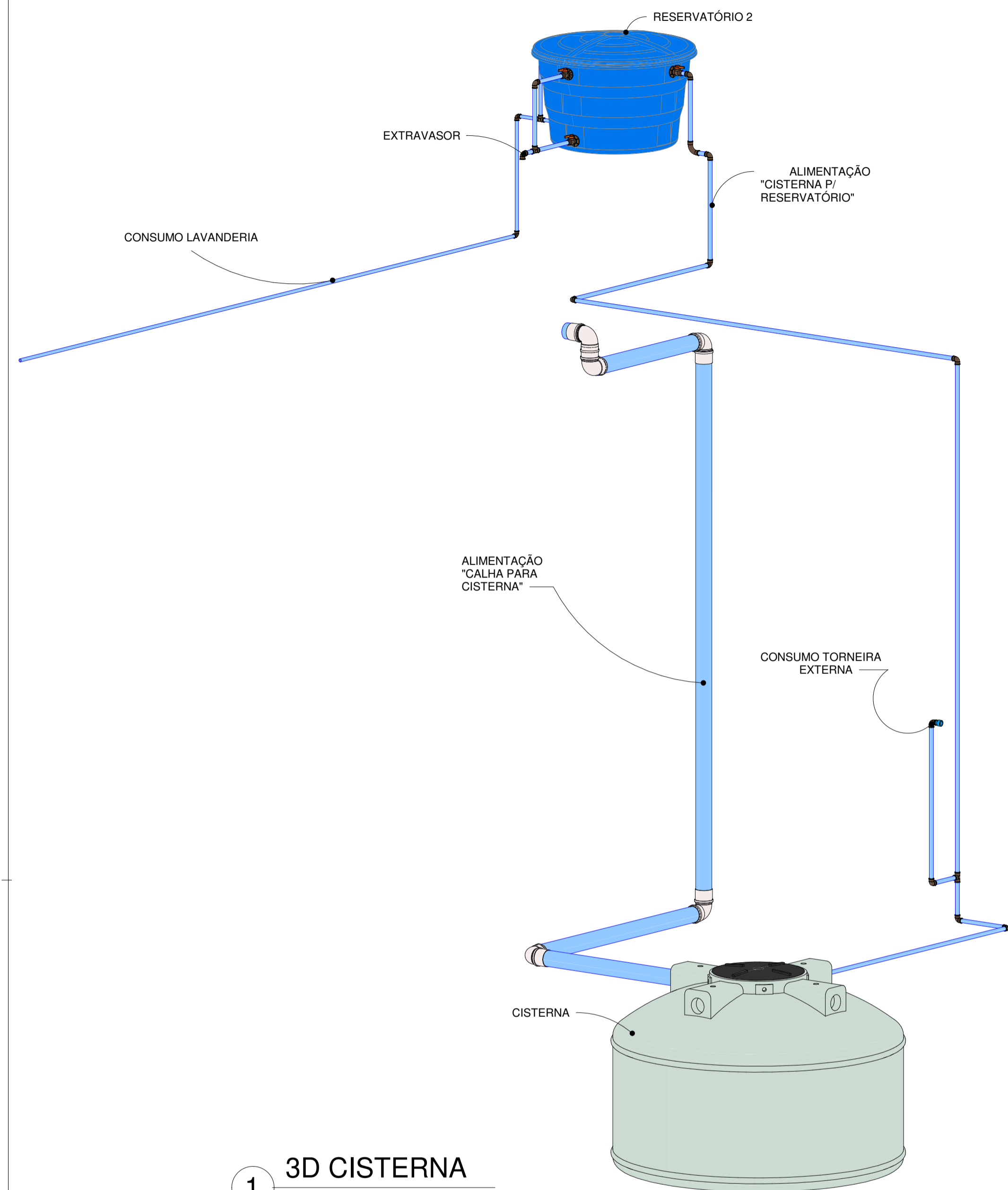
REGISTROS E VÁLVULAS - DOCOL	
DESCRIÇÃO	QTD
Registro de Gaveta DocolBase - 1/2" com prolongador - Docol	3
Registro de Pressão DocolBase base Tec Cerâmico - 1/2" com prolongador - Docol	1

CONEXÕES ÁGUA FRIA	
DESCRIÇÃO	QTD
Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	5
Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	18
Curva 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2
Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	25
Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	24
Luva Soldável e com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	7
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1
Produto Inexistente	2
Tê de Redução Soldável 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1
Tê Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	5
Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	3

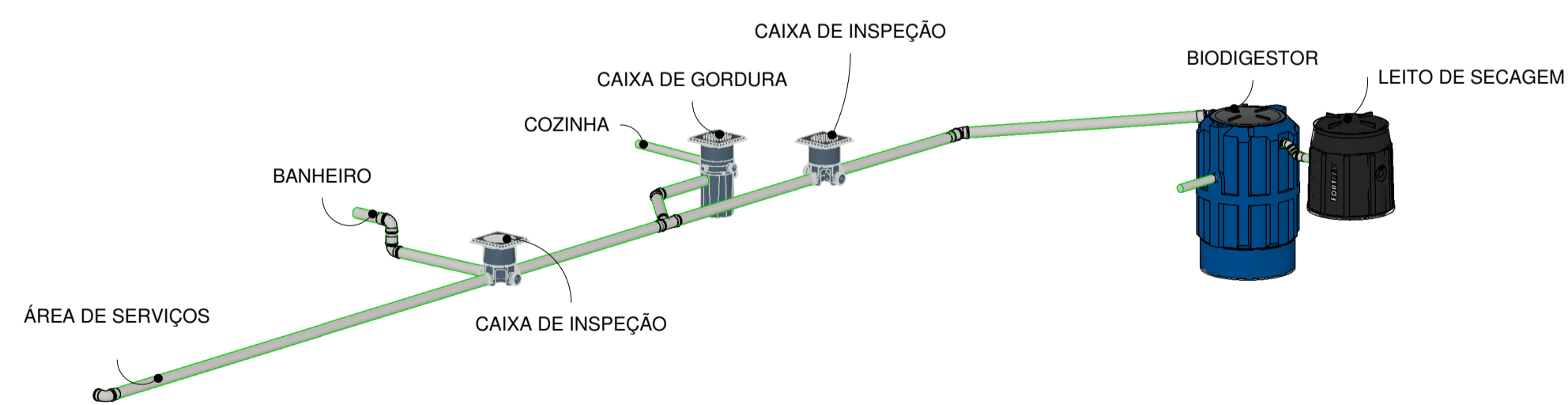
CONEXÕES ESGOTO	
DESCRIÇÃO	QTD
Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	2
Cap 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1
Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	4
Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3
Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3
Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3
Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	7
Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1
Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	11
Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1
Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	11
Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	6
Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	17
Produto Inexistente	4
Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	2
Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1

TUBOS RIGIDOS	
COMPRIMENTO	DIÂMETRO
Tubo - Esgoto - Série Normal	
2.96	40.00 mm
8.92	50.00 mm
7.14	75.00 mm
37.58	100.00 mm
Tubo Marrom - Água Fria - Soldável	
35.29	20.00 mm
28.38	25.00 mm

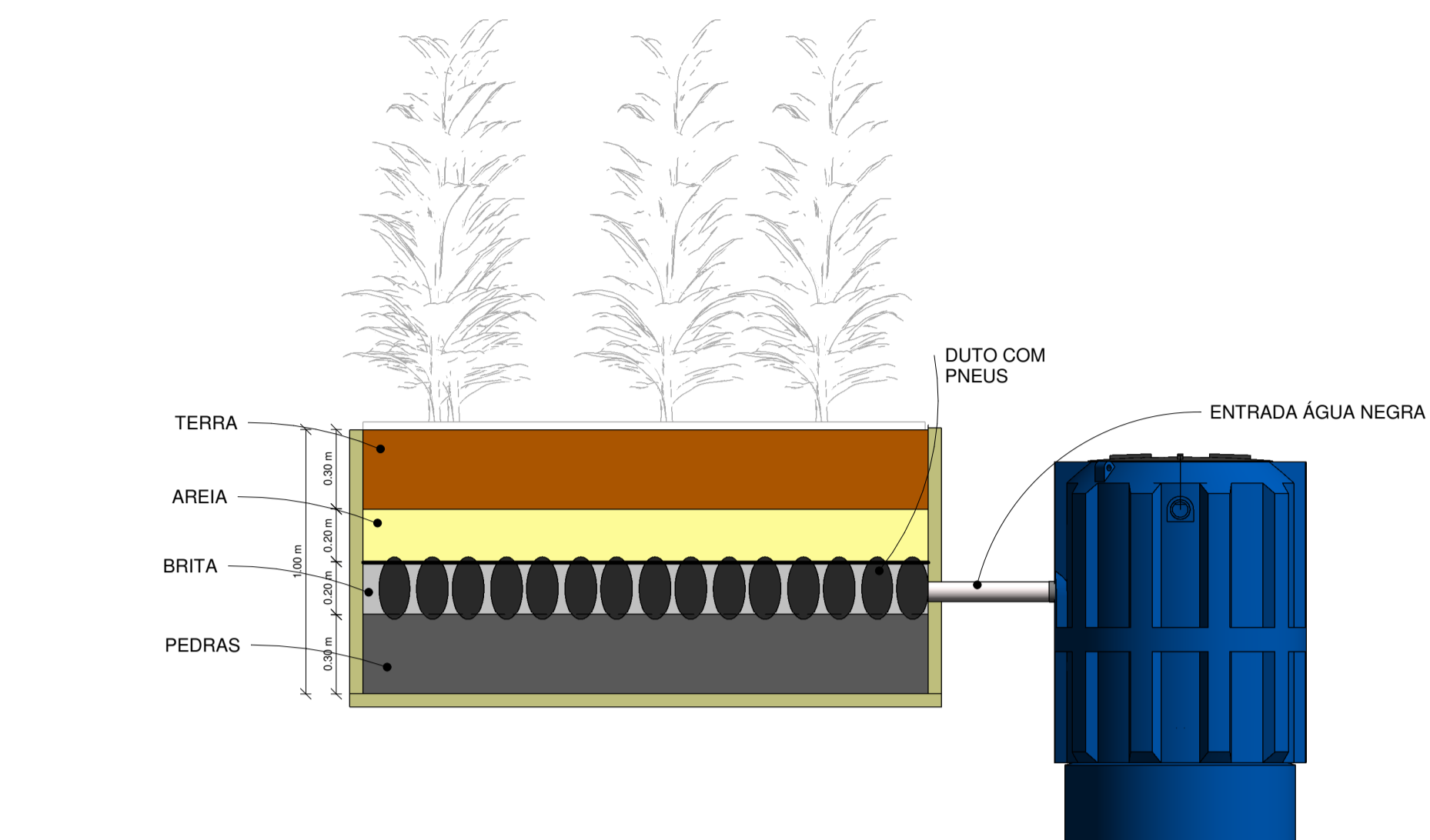
<p>IFSC - SÃO CARLOS</p>		CONTRATANTE:	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA SÃO CARLOS
		ENDEREÇO:	MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC
AUTOR DO PROJETO	BIANCA ENDRÉS DA SILVA DISCENTE ENG. CIVIL	AUTOR DO PROJETO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
DESCRIÇÃO DA PRANCHA:	PROJETO ÁGUA FRIA / ESGOTO ISOMÉTRICO BANHEIRO ISOMÉTRICO LAVANDERIA CAIXA DE GORDURA CAIXA DE INSPEÇÃO	DADOS DO IMÓVEL:	ESTUDO PRELIMINAR
		ÁREA:	102 m²
DESENHO: BIANCA	DATA: NOVEMBRO 2022	PRANCHA 3/5	



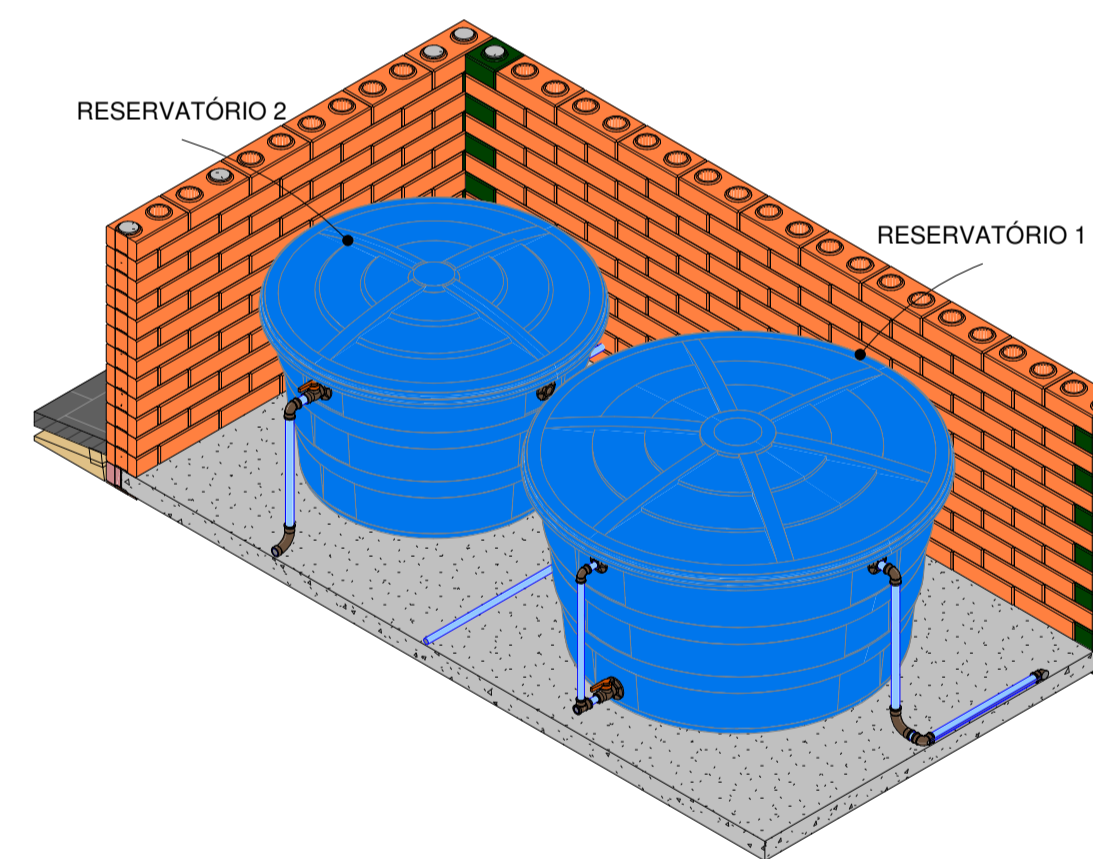
1 3D CISTERNA



2 3D ESGOTO



4 VALA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO 1:20

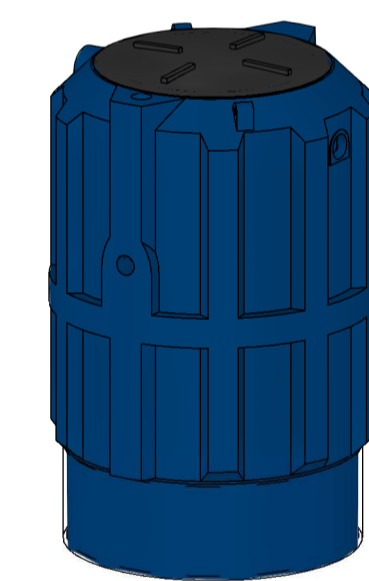


3 3D RESERVATÓRIOS



O Leito de Secagem é um processo simples e eficaz na desidratação de lodo.

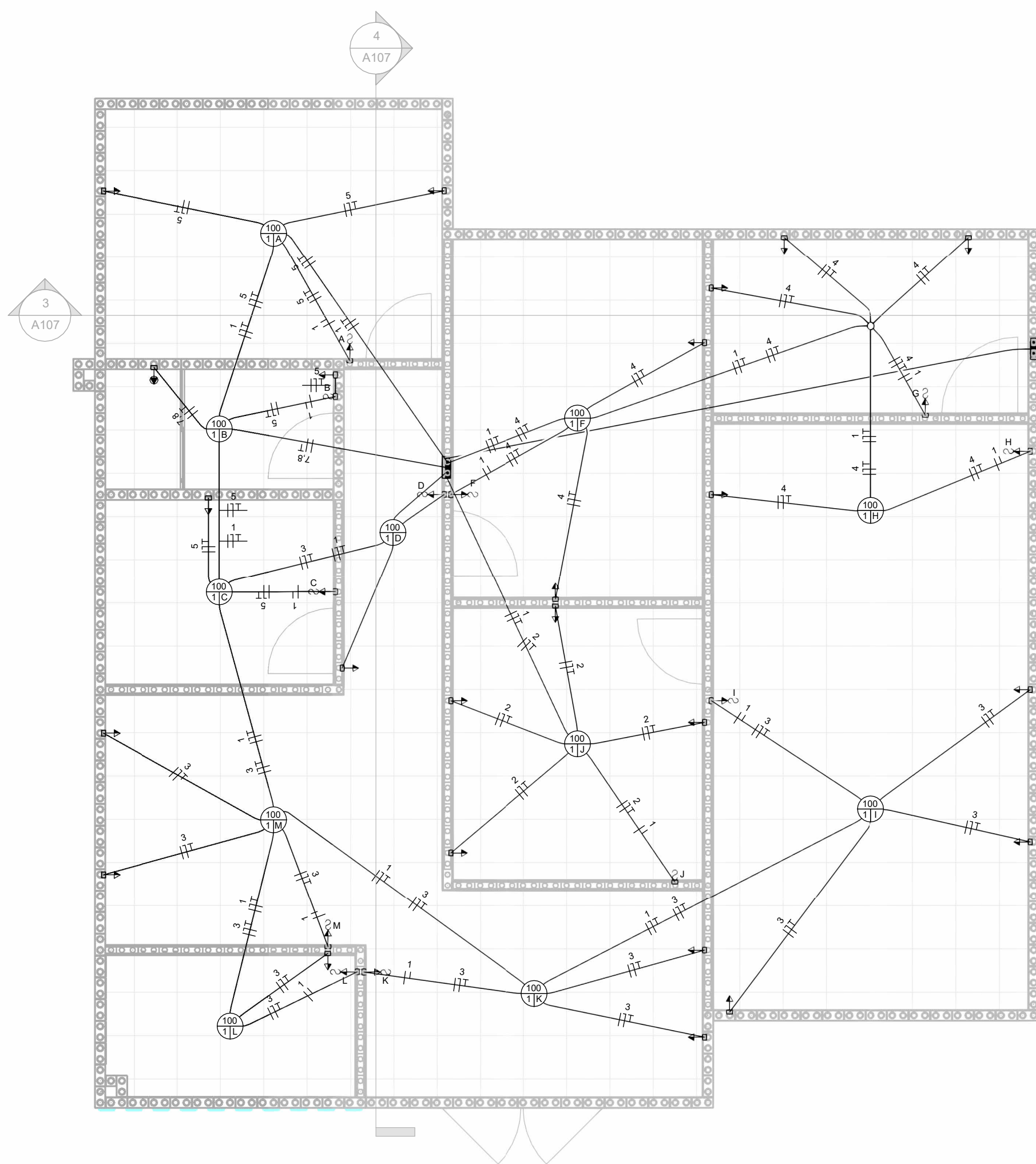
5 LEITO DE SECAGEM



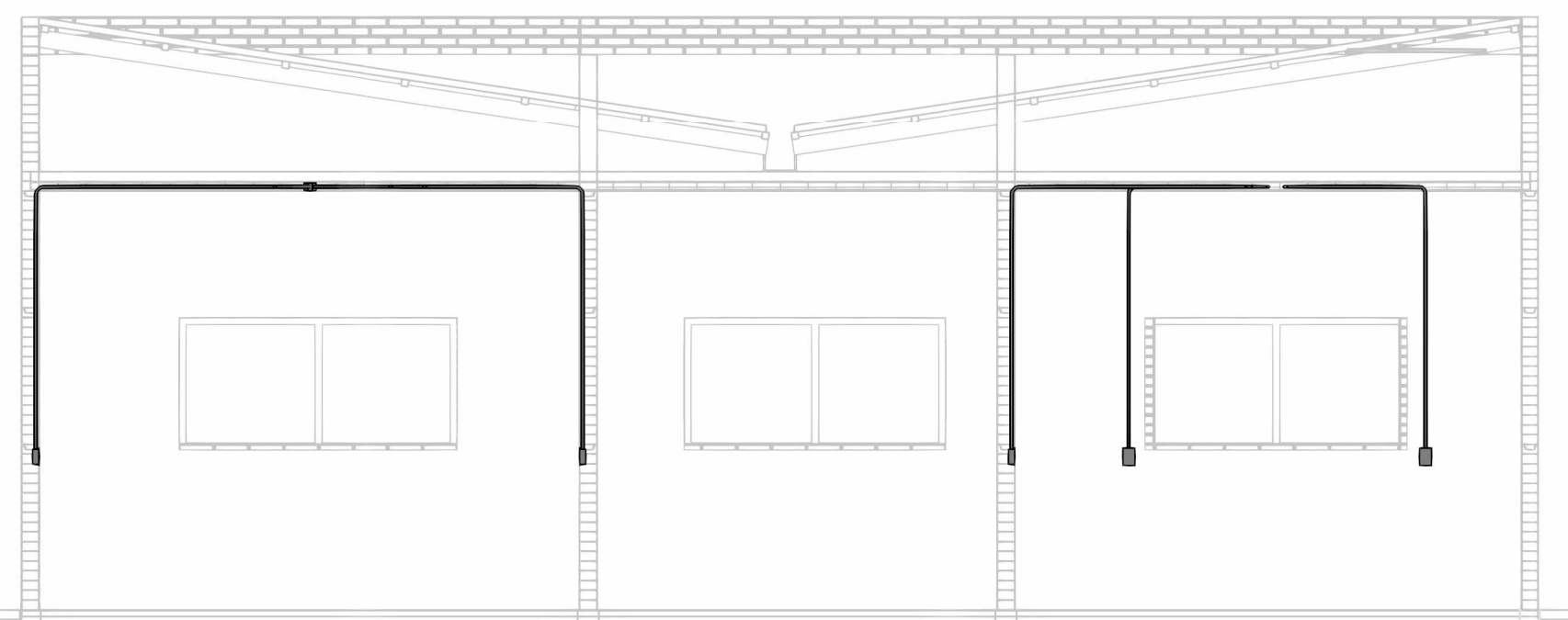
Sistema compacto de tratamento de esgoto com maior eficiência.

6 BIODIGESTOR

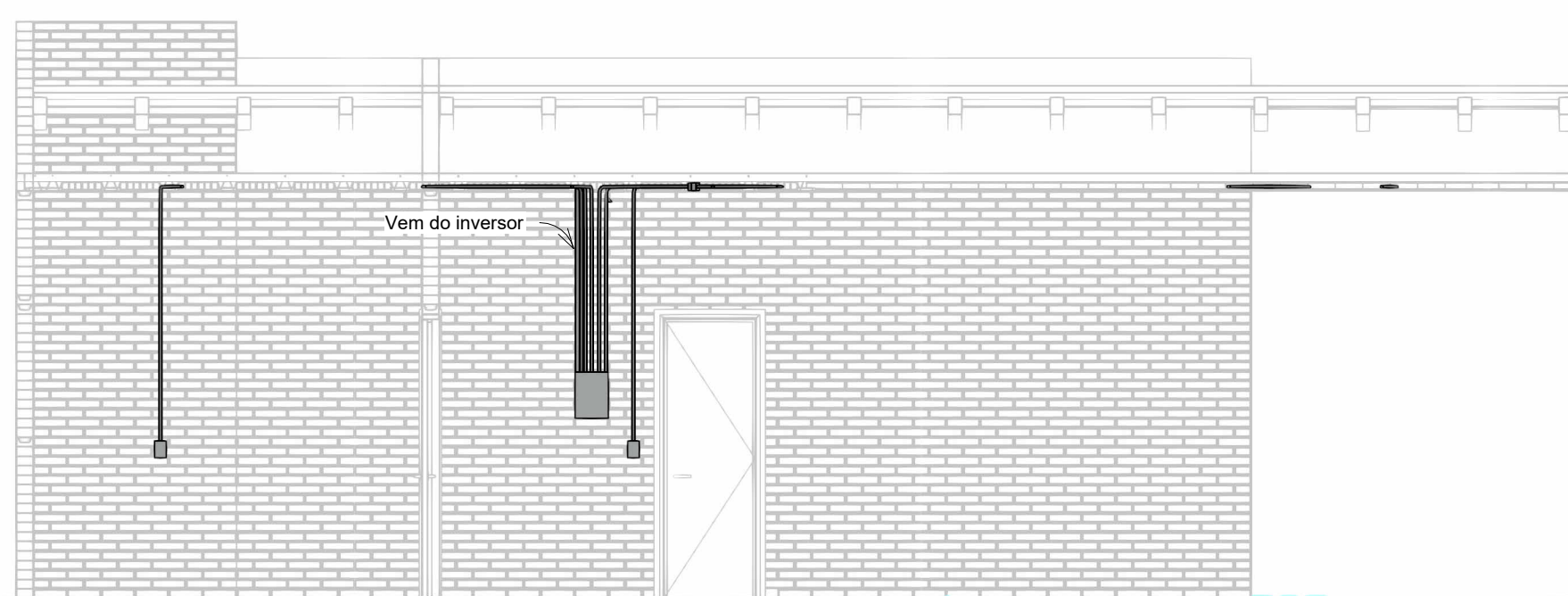
IFSC - SÃO CARLOS		CONTRATANTE:	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA SÃO CARLOS
		ENDEREÇO:	MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC
AUTOR DO PROJETO:	BIANCA ENDRES DA SILVA DISCENTE ENG. CIVIL	AUTOR DO PROJETO:	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
DESCRIÇÃO DA PRANCHA: 3D CISTERNA 3D ESGOTO 3D RESERVATÓRIO VALA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO LEITO DE SECAGEM BIODIGESTOR		DADOS DO IMÓVEL: ESTUDO PRELIMINAR	
		ÁREA:	102 m²
DESENHO: BIANCA	DATA: NOVEMBRO 2022	PRANCHA 4/5	



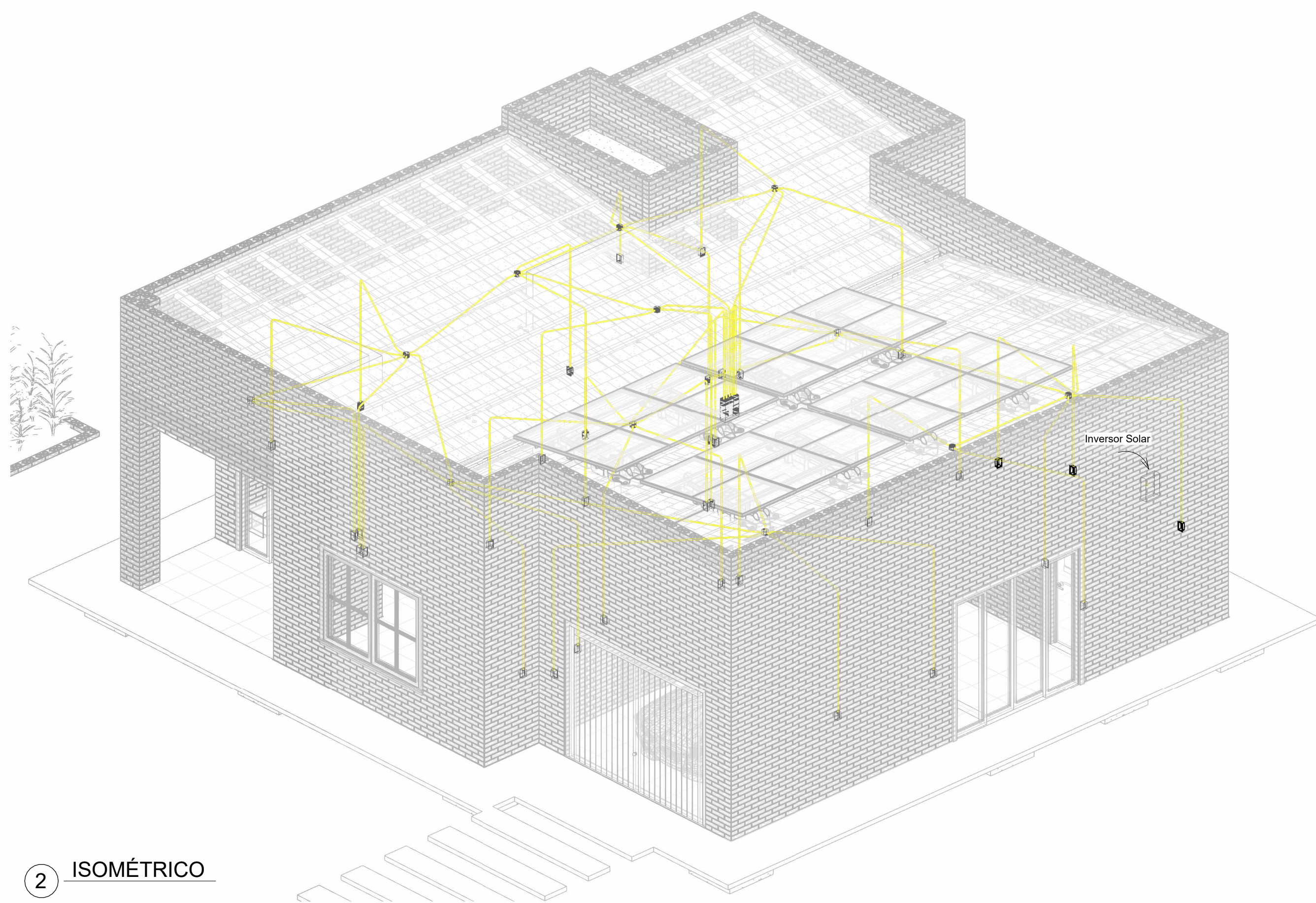
1 PROJETO ELÉTRICO
1 : 50



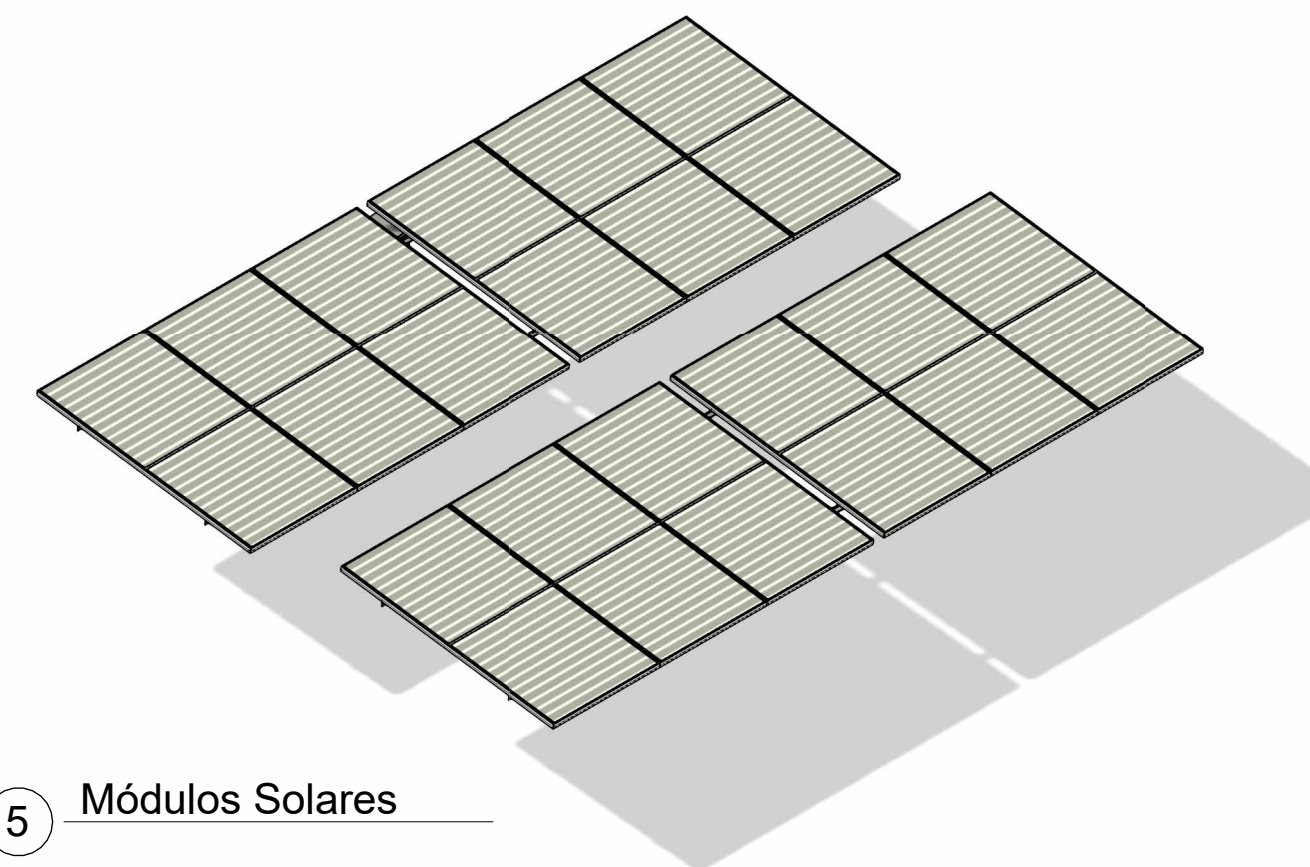
3 CORTE AA
1 : 50



4 CORTE BB
1 : 50



2 ISOMÉTRICO



5 Módulos Solares



6 Inversor Solar

TABELA DE CONDUTES		
COMPRIMENTO TOTAL	CONDUITE	DIÂMETRO COMERCIAL
176,29 m	Conduite sem conexões: PVC Flexível Corrugado	<varia>

TABELA DE COMPONENTES		
QTD	COMPONENTE	DESCRIÇÃO
3	CC 600VA 127V MÉDIA	Tomada montada
12	CC_INTERRUPTOR	Interruptor montado simples
1	CC_PONTO DE CHUVEIRO 6000VA 220V	Tomada montada
12	CC_PONTO DE ILUMINAÇÃO	Caixa Octogonal
2	CC_QUADRO PARCIAL DE LUZ E FORÇA	Quadro parcial de luz e força
26	CC_TOMADA 127V MÉDIA	Tomada montada
4	CC_TOMADA 600VA 127V MÉDIA	Tomada montada

Panel: QPLF		
Localização:	Tensão de entrada: 127V/220V	Tipo de rede elétrica: BIFÁSICA
Fornecimento de:	Nº Fases: 1	Disjuntor de entrada: 50 A
Montagem: EMBUTIDO	Nº Fiação: 3	Corrente de entrada: 50 A

Observações:

Nº Circuito	Nome do circuito	Disjuntor	Nº Fase	A	B
1	ILUMINAÇÃO GERAL	20 A	1	1200 VA	
2	TUG - TOMADA DE USO GERAL - COZINHA	20 A	1	1900 VA	
3	TUG - TOMADA DE USO GERAL - SALA ESTAR/JANTAR/GARAGEM/...	20 A	1	1200 VA	
4	TUG - TOMADA DE USO GERAL - A. SERVIÇO/ GARAGEM/...	20 A	1	2400 VA	
5	TUG - TOMADA DE USO GERAL - DORMITÓRIO 1 E 2/ BWC/ CIRC	16 A	1	1300 VA	
6					
7	TUE - TOMADA DE USO ESPECÍFICO - CHUVEIRO BWC 2	20 A	2	3000 VA	
8					3000 VA
9					
10					
11					
12					
				Carga total:	6700 VA 7300 VA
				Corrente total:	61 A 66 A

Legenda:

Classificação de carga	Carga Instalada	Fator de demanda	Carga estimada	Totais do painel	
TUG - TOMADA DE USO GERAL	5000 VA	86.00%	4300 VA		
ILUMINAÇÃO	1200 VA	86.00%	1032 VA	Carga instalada:	14000 VA
TUE - TOMADA DE USO ESPECÍFICO - CHUVEIRO	7800 VA	76.00%	5928 VA	Carga estimada:	11260 VA
				Corrente instalada:	64 A
				Corrente estimada:	51 A

Observações:

IFSC - SÃO CARLOS	CONTRATANTE:	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA SÃO CARLOS
	ENDEREÇO:	MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC
AUTOR DO PROJETO:	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	AUTOR DO PROJETO: BIANCA ENDRES DA SILVA DISCENTE ENG. CIVIL
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
DESCRIÇÃO DA PRANCHA:	DADOS DO IMÓVEL:	
PROJETO ELÉTRICO BÁSICO ISOMÉTRICO CORTE AA CORTE BB MÓDULOS SOLARES INVERSOR SOLAR	ESTUDO PRELIMINAR	
	ÁREA:	102 m ²
DESENHO: BIANCA	DATA: NOVEMBRO 2022	PRANCHA 5/5

Anexo 2 - Planilha de Orçamento

Obra:		Uso do <i>Revit</i> na modulação de uma casa sustentável
Código	Descrição	Preço total
01	SERVIÇOS PRELIMINARES	19.248,96
02	INFRA ESTRUTURA	11.880,77
03	SUPER ESTRUTURA	24.221,42
04	ALVENARIA	51.102,97
05	ESQUADRIAS	2.799,00
06	COBERTURA	50.084,09
07	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	25.530,44
08	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	20.050,02
09	REVESTIMENTO	38.591,14
10	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	364,73
Valor total da obra		R\$ 243.873,52